



## **Før- og eftermålinger af effekter af blødgøring i Brøndby**

Et samarbejdsprojekt mellem DTU og HOFOR

**Godskesen, Berit; Albrechtsen, Hans-Jørgen; Rygaard, Martin**

*Publication date:*  
2019

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Godskesen, B., Albrechtsen, H-J., & Rygaard, M. (2019). *Før- og eftermålinger af effekter af blødgøring i Brøndby: Et samarbejdsprojekt mellem DTU og HOFOR*. DTU Miljø.

---

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# Før- og eftermålinger af effekter af blødgøring i Brøndby

Et samarbejdsprojekt mellem DTU og HOFOR



Berit Godskesen  
Hans-Jørgen Albrechtsen &  
Martin Rygaard

**FØR- OG EFTERMÅLINGER AF EFFEKTER AF BLØDGØRING I  
BRØNDBY  
2019**

Berit Godskesen,  
Hans-Jørgen Albrechtsen &  
Martin Rygaard  
**DTU Miljø**

Projektrapport fra 'Før- og eftermålinger af effekterne af blødgøring i Brøndby'

Udarbejdet af:

DTU: Berit Godskesen, Hans-Jørgen Albrechtsen & Martin Rygaard

Antropologundersøgelserne blandt erhverv og private: Asmus Gemmer Haastrup, antropolog

Forsidefoto af Mathilde Engell, DTU Miljø: Fotos af elkedler med forskellig grad af kalkudfældninger efter kogning med hårdt vand i Brøndby over en 3-måneders periode (september - december 2016).

*Januar 2019*

Copyright: Hel eller delvis gengivelse af denne publikation er tilladt med kildeangivelse

Institut for Vand og Miljøteknologi, Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Kgs. Lyngby

Rekvireres: [orbit.dtu.dk](http://orbit.dtu.dk)



## Resumé

Blødgøring af drikkevandet i HOFORs forsyningsområde er ved at blive indført i og omkring København. Dette sker på baggrund af en række tidligere beregninger af forventede effekter af at levere vand med en hårdhed på ca. 10-12 °dH frem for nuværende 18-26 °dH. Beregningerne er baseret på estimer og oplevede effekter i andre lande, da der ikke har foreligget aktuelle målinger i Danmark.

For at be- eller afkræfte de tidligere beskrevne og estimerede effekter af overgang fra hårdt til blødere vand i Københavnsområdet udførte DTU i samarbejde med HOFOR en række undersøgelser af effekter før og efter indførelse af blødere vand i Brøndby. Undersøgelserne er udført i perioden med hårdt vand frem til september 2017 og efter at central blødgøring var igangsat i september 2017. Forskellen på de to målinger er den første registrerede effekt af overgang fra hårdt til blødere vand i Danmark.

Undersøgelserne bestod af tekniske målinger, gennemført vha. registreringer, interviews eller observationer hos erhverv, boligafdelinger og private husholdninger, samt antropologundersøgelse af forbrugeroplevede effekter.

Overordnet viste resultaterne af målingerne at blødgøring reducerer de oplevede gener hos forbrugerne.

I en virksomhed, et vintapperi, samt to ældrecenter og to boligafdeling (tabel 0-1) viste resultaterne at:

- a) effekt af kalkudfældninger på perlatorer og cisternekits er større end tidligere estimeret,
- b) serviceinterval for kalkfjernelse og saltforbrug i decentrale ionbytteranlæg er på niveau med tidligere estimer,
- c) der er en effekt på nyttevirkning af central opvarmning af vand, som bekræfter tidligere estimer,
- d) en boligafdeling og et ældrecenter har oplevet en reduktion af tidsforbrug og arbejdsprocesser forbundet med afkalkning og dermed samtidig frigjort tid til andre opgaver.

Målinger hos 30 private husholdninger viste (tabel 0-1), at:

- a) forbrug af afspændingsmiddel til opvaskemaskine og afkalkningsmiddel til vaskemaskine er markant reduceret,
- b) elkedler og kaffemaskiner havde en længere levetid i perioden med hårdt vand end tidligere antaget,
- c) saltforbrug i opvaskemaskiner samt afkalkning af perlatorer og brusehoveder er markant reduceret i de observerede husholdninger,
- c) mængden af afkalkningsmiddel til elkedel og kaffemaskine, levetider for opvaske- og vaskemaskine samt forbrug af vaskemiddel viste sig på niveau med tidligere estimer,
- d) der var ikke som tidligere antaget et højere el-forbrug ved tilkalkning af elkedler.

Samlet set bekræfter målingerne tidligere antagelser om at generne ved kalkholdigt drikkevand reduceres målbart, når hårdheden reduceres fra over 20 °dH til ca. 10-12 °dH (tabel 0-1, kolonne 3): Mange tidligere antagelser bekræftes (tabel 0-1, grønne kolonner), nogle er ikke så store som hidtil antaget, enkelte viser sig større, og endeligt er der identificeret væsentlige nye effekter på perlatorer, afkalkningsmiddel til vaskemaskiner, som ikke tidligere har været taget med i beregningerne.

Antropologundersøgelsen blandt erhverv og private viste, at for de driftsansvarlige i erhverv er reduktion af tidsforbrug og arbejdsprocesser relateret til vandets hårdhed samt frigivelse af tid til andre opgaver med værdi for beboere og virksomheder positive gevinster ved blødere vand. De private husholdningers

oplevelser drejer sig især om fordelene ved blødere vand i form af den reducerede miljøbelastning i hjemmet, mindre tidsforbrug til afkalkning og rengøring samt øget levetid af husholdningsmaskiner.

## Før- og eftermålinger af effekter af blødgøring i Brøndby

Tabel 0-1. Oversigt over effekter fordelt på erhverv og private husholdninger. En effekt kan have kryds i flere kolonner, hvis tidligere studier har estimeret effekt forskelligt. Grøn farve betyder, at effekten er reduceret ved overgang fra hårdt til blødere vand i tråd med eller større end tidligere estimeret, rød at den er fundet mindre. Forbrugeroplevelser har reducerede og forstærkede effekter, derfor er de uden farve.

Område	Måling	Reduktion af effekt fra hårdt til blødere vand (%)	Ny effekt – ej tidl. estimeret	Større effekt end tidl. estimeret	Verificerer tidl. estimat	Ingen effekt - tidl. estimeret	Kan styrkes ved flere målinger
<b>Erhverv</b>	Opvarmning af vand	Reduktion af nyttevirkning per m <sup>3</sup> brugsvand	90		X <sup>1</sup>		X <sup>1</sup>
		Kalkulfældning / serviceinterval	50 / 33		X		
	Ionbytteranlæg	Reduktion saltforbrug	10-37		X		
	Ældrecentre	Kalkulfældning perlatorer og cisterne kits	42-81		X		
		Rengøringsmiddel-forbrug	-		X		X
<b>Private husholdninger</b>	Forbrugeroplevelser	Tidsforbrug, arbejdsprocesser, beboerservice	kvalitativ	X			
	Elkedel	El-forbrug	0			X	
		Afkalkningsmængde	62		X		
		Levetid (hårdt vand)	-		X		X <sup>2</sup>
	Kaffemaskine	Afkalkningsmængde	64		X		
		Levetid (kun hårdt vand)	-		X		X <sup>2</sup>
	Opvaskemaskine	Reduktion af saltforbrug	26-45		X		
		Reduktion af afspændingsmiddelforbrug	2-3	X			
		Levetid (hårdt vand)	-		X		X <sup>2</sup>
	Vaskemaskine	Afkalkningsmiddel	50	X			
		Vaskemiddel	14-29		X		
		Levetid (kun hårdt vand)	-		X		X <sup>2</sup>
	Afkalkning	Afkalkningsmiddel	19-60		X <sup>3</sup>		
		Perlatorer	-	X			
	Forbrugeroplevelser	Miljø, tidsforbrug, maskiners levetid, mm.	kvalitativ	X			
<b>Fælles</b>	Alle	Optimal CCP, kalkulfældningspotentiale	-				X

<sup>1</sup> Fjernvarmesystems effektivitet er med i COWI (2011), men vurderet ubetydelig i Rambøll (2017). Flere målinger behøves for at opnå viden om reelle effekter.

<sup>2</sup>Mangler viden om levetid med blødere vand. <sup>3</sup>Rengøringsmiddel er større end tidligere estimeret, mens afkalkningsmiddel svarer til tidligere estimeret.

## Forord

Projektet "Før og Efter Målinger af effekter af blødere vand" er et samarbejdsprojekt mellem HOFOR og DTU under en samarbejdsaftale om samfinansieret forskning. Behovet for projektet opstod samtidig med interessen for indførelse af central blødgøring af drikkevand hos HOFOR.

DTU har stået for den overordnede projektledelse for det samlede måleprogram og været ansvarlig for design og udformning af målemetoder, gennemførelse og analyse af projektets målinger samt afrapportering af projektet.

HOFOR har bistået med faglig sparring til form og design af undersøgelsen, rekruttering og samarbejde med projektdeltagere, teknisk sparring til udvikling og test af måleprogram, indhentning af data fra opvarmning af vand samt stået for beskrivelsen af antropologundersøgelsen af kunders oplevelser.

Projektet er udført af en arbejdsgruppe bestående af:

DTU: Berit Godskesen & Martin Rygaard

HOFOR: Dorthe von Bülow, Søren Christiansen, Mette Hansen & Keld Persson

Derudover har en projektgruppe fulgt arbejdet undervejs og bidraget til fortolkning af resultater og redigering af rapport. Projektgruppen består ud over arbejdsgruppen af:

DTU: Hans-Jørgen Albrechtsen

HOFOR: Susanne Lykke Jakobsen, Tove Beyer

Antropolog Asmus Gemmer Haastrup har gennemført den dybdegående interviewundersøgelse blandt erhverv og private kunder som led i projektets eftermålingsfase.

Projektet har været afhængig af engageret frivillig deltagelse af erhverv og private husholdninger i Brøndby. En stor tak til:

Taster Wine

Tranemosegård, afdeling Gurrelund/Bjerrelund (Bo-Vest boligafdeling)

Brøndby Strand, Albjergparken

Ældrecenteret Æblehaven

Ældrecenteret Nygårds Plads

36 private husholdninger (30 i hver måling)

Brøndby fjernvarme for hjælp til målinger hos Taster Wine og Bo-Vest

## Indholdsfortegnelse

1	Introduktion - effekter af drikkevandets hårdhed .....	9
1.1	Baggrund.....	9
1.2	Formål.....	9
1.3	Deltagere i målingerne .....	10
1.4	Metode .....	11
2	Resultater og diskussion.....	12
2.1	Drikkevandskvaliteten i Brøndby før og efter central blødgøring.....	12
2.2	Erhverv.....	13
2.2.1	Energiforbrug til opvarmning af vand .....	13
2.2.2	Potentialer og beregninger af kalkudfældninger i varmeveksler og –beholder.....	16
2.2.3	Kalkudfældninger i perlatorer og cisternekit.....	18
2.2.4	Forbrug af salt til decentrale blødgøringsanlæg og rengøringsmidler .....	20
2.2.5	Opsamling på tekniske målinger hos erhverv .....	22
2.2.6	Antropologundersøgelse gennem interviews hos erhverv .....	24
2.2.7	Oversigt over tekniske målinger og antropologundersøgelse hos erhverv.....	27
2.3	Private husholdninger .....	28
2.3.1	Levetider af hårde hvidevarer .....	28
2.3.2	Kalkudfældninger i elkedel .....	29
2.3.3	Elforbrug til kogning af vand i elkedel og påvirkning af vandets hårdhed .....	31
2.3.4	Målinger af kemiforbrug fra spørgeskema.....	32
2.3.5	Opsamling på tekniske målinger hos private deltagere .....	40
2.3.6	Antropologundersøgelse gennem interview af private husholdninger .....	43
2.3.7	Oversigt over tekniske målinger og antropologundersøgelse hos private husholdninger .....	45
3	Konklusion og perspektivering .....	46
4	Referenceliste.....	50
5	Bilag - Metode til tekniske målinger.....	52
5.1	Metodebeskrivelse for Energimålinger hos Erhverv (bilag 1) .....	53
5.2	Metodebeskrivelse kalkudfældninger og potentialer (bilag 2) .....	57
5.3	Private deltagere og interview- og registreringsskema (bilag 3).....	63
5.4	Metode til bestemmelse af vurdering af elkedlernes stand (bilag 4) .....	75
5.5	Metode til bestemmelse af kalkudfældninger i elkedler (bilag 5) .....	78
5.6	Metode til måling af elforbrug ved kogning af vand (bilag 6) .....	79

5.7	Referat af møde med Lise Rise fra Diversey Care (bilag 7).....	81
6	Bilag – Antropologundersøgelse.....	84
6.1	Antropologundersøgelse erhverv.....	84
6.2	Antropologundersøgelse private husholdninger.....	84
6.3	Antropologundersøgelse metode.....	84

# 1 Introduktion - effekter af drikkevandets hårdhed

## 1.1 Baggrund

I Danmark indvindes vand til drikkevandsproduktion primært fra grundvand. Da en stor del af den danske undergrund er kalkmagasiner, vil grundvand i mange områder være i kontakt med kalken (GEUS, 2017). I grundvandsmagasinet reagerer CO<sub>2</sub> med kalk, hvorved kalken opløses og bidrager til vandets hårdhed (de Moel et al., 2006). Vandets hårdhed i Danmark spænder fra blødt til særdeles hårdt. I HOFORs forsyningsområde i og omkring hovedstaden varierer hårdheden mellem 18 og 30 °dH, hvilket kategoriseres som hårdt til meget hårdt (HOFOR, 2017a).

Generne ved det hårde vand opleves ofte i form af kalkudfældninger på overflader i apparater, der opvarmer vand (elkedel, kaffemaskine, varmeveksler, etc.), større forbrug af vaskepulver og afkalkningsmiddel, nedsat levetid af apparater, der er i kontakt med vand og ikke mindst irritation ved at skulle fjerne kalkudfældningerne (Van der Bruggen et al., 2009; HOFOR, 2017b).

Et tidligere studie vurderede, at det miljømæssigt set er hensigtsmæssigt at blødgøre drikkevandet centralt, når man medregner både de miljøbelastende processer på vandværket og miljøgevinsterne hos vandforbrugerne (Godskesen et al., 2012). Efterfølgende viste en samfundsøkonomisk analyse ligeledes, at det er samfundsøkonomisk hensigtsmæssigt at blødgøre drikkevandet centralt ved hjælp af pelletmetoden (COWI, 2011). Med baggrund i COWIs samfundsøkonomiske beregning vil en familie med to voksne og to børn i Brøndby kunne spare ca. 500 kr./år, når der leveres blødere vand (HOFOR, 2017b). Estimerne er senere blevet bekræftet i et nyere studie (Rambøll, 2017). Et andet studie fandt, at central blødgøring i Ballerup vil være en økonomisk gevinst for private husholdninger, mens det for fire undersøgte virksomheder kunne være en økonomisk belastning (Deloitte, 2015a, 2015b).

Internationalt er der flere rapporter om positive effekter af central blødgøring for den enkelte forbruger i hårdtvandsområder. En cost-benefit analyse udført i Belgien efter indførelse af pelletmetode til central blødgøring (fra hårdt til blødt vand) viste, at en gennemsnitsfamilie (på 2,9 personer) årligt sparer 618 kr. (2006). Den største reduktion af omkostninger fandt undersøgelsen vedrører investeringer, saltforbrug, vedligehold og vandforbrug i decentrale blødgøringsanlæg, afkalknings- og sæbeprodukter, øget levetid af husholdningsapparater (vandvarmer, vaskemaskine, elkedel og kaffemaskine) og energiforbrug (opvarmning af vand) (Van der Bruggen et al., 2009). To spanske studier viste, at blødt regnvand til vaskemaskiner er økonomisk bedre end hårdt drikkevand (Morales-Pinzón et al., 2014) samt, at et reduceret forbrug af vaske- og skyllemiddel har en relativt stor miljømæssig effekt (Vargas-Parra et al., 2018).

## 1.2 Formål

Projektet havde til formål at måle og kvantificere de økonomiske og miljømæssige effekter af en reduceret hårdhed i Brøndby. Undersøgelsen er udført før og efter, at HOFOR i september 2017 skiftede fra det hidtidige hårde vand til blødere vand til forbrugerne i Brøndby. Der blev foretaget en række målinger i en periode med hårdt vand (før-perioden), som senere blev gentaget, da forsyningen havde stabiliseret sig med blødere vand i vandhanerne (efter-perioden). Målingerne blev foretaget hos de samme forbrugere (med undtagelse af 5 ud af 30 private husholdninger) i det samme område og over den samme sæson.

Målingerne udgør en ny og ikke tidligere gennemført undersøgelse af effekter af blødere vand i den virkelige verden.

Udover at verificere, med udgangspunkt i Brøndby, tidligere estimater skal resultatet af projektet anvendes til at forudsige effekterne i andre kommuner i HOFORs forsyningsområde, som efterfølgende også vil modtage blødere vand.

Projektet har målt centrale effekter af blødere vand i Brøndby, når der blødgøres fra 22 til 10-12 °dH hos en erhvervskunde, to boligafdelinger, to ældrecentre og 30 private husholdninger. Brøndbyvester Vandværk leverede vand med en hårdhed på 21-23 °dH. I perioden mens central blødgøring blev implementeret, modtog Brøndby vand fra Regnemark værket med en hårdhed på 20 °dH. De målte effekter omfattede:

- Energiforbrug til opvarmning af brugsvand
- Kalkudfældninger i forbindelse med opvarmning af brugsvand
- Kalkudfældninger på perlatorer og toiletcisterne kit (også kaldet toiletcisterne indmad)
- Forbrug af salt til decentrale blødgøringsanlæg og rengøringsmidler
- Levetid af hårde hvidevarer der opvarmer vand
- Kalkudfældninger i elkedel
- Elforbrug til kogning af vand i elkedel
- Forbrug af: salt og afspændingsmiddel til opvaskemaskine, vaskemiddel, skyllemiddel
- Kemikalieforbrug til afkalkning og rengøring
- Tidsforbrug til fjernelse af kalkafsætninger

Derudover har projektet undersøgt de deltagende privatforbrugeres oplevede effekter af blødere vand baseret på registreringsskemaer og interviews før og efter indførelsen af blødere vand.

Resultaterne af målingerne er sammenholdt med tidligere estimater fra miljøpåvirkning og samfundsøkonomiske undersøgelser af blødgjort vand med henblik på en vurdering af, hvorvidt de faktiske effekter af central blødgøring bekræfter de tidligere estimater.

I forbindelse med målingerne i efter-perioden deltog de driftsansvarlige i de deltagende erhverv samt udvalgte husholdninger desuden i antropologundersøgelsen. Gennem dybdegående interviews og observationer blev der indsamlede uddybende viden om deres holdninger, erfaringer og oplevelser med det blødgjorte vand. Disse interviews blev suppleret med 22 telefoninterviews med driftsansvarlige i virksomheder, boligafdelinger og ældrecentre i Brøndby. Resultaterne heraf indgår i denne rapport opsummeringer samt som selvstændige rapporter, se bilag 6.1.og 6.2.

### 1.3 Deltagere i målingerne

Målingerne blev foretaget hos to store vandforbrugere med et højt varmtvandsbehov (opvarmning sker med hhv. pladevarmeveksler og varmtvandsbeholder), en boligafdeling, to ældrecentre og hos 30 private husholdninger. En af erhvervsdeltagerne er en virksomhed (vintapperi), der primært modtager vin, som hældes på flasker, inden det videredistribueres til butikker. I den forbindelse rengøres flasker med vand opvarmet i en pladevarmeveksler (*efterflg.* varmeveksler) Boligafdelingen er en beboelsesejendom med 136 rækkehuse, hvor vandet opvarmes i en varmtvandsbeholder. Hos en anden boligforening og to



ældrecentre måles saltforbrug til ionbytteranlæg (decentral blødgøringsanlæg), kalkudfældninger og rengøringsartikelforbrug (Tabel 1-1).

De private husholdninger tilmeldte sig gennem kulturnat i Brøndby, kontakt til beboelsesejendomme (generalforsamling og flyers) og projektgruppens kontakter. I Tabel 1-1 ses information om måleområder og effekter hos erhverv og private deltagere.

*Tabel 1-1. Undersøgelsens måleområder og de målte effekter.*

<b>Erhverv, måleområde</b>	<b>Effekter</b>
Pladevarmeveksler og ionbytteranlæg	Nyttevirkning (vand) og kalkudfældninger, saltforbrug
Varmtvandsbeholder	Nyttevirkning (vand) og kalkudfældninger
Ionbytteranlæg	Saltforbrug
Cisternekit og ionbytteranlæg	Kalkudfældning og saltforbrug
Perlatorer og rengøringsmidler	Kalkudfældning og rengøringsartikelforbrug
Alle områder	Forbrugeroplevelser
<b>Private husholdninger, måleområde</b>	<b>Effekter</b>
Elkedel	Elforbrug og kalkudfældning
Opvaskemaskine	Salt og afspændingsmiddel
Vaskemaskine	Vaske- og skyllemiddelforbrug
Afkalkning	Kemikalie- og tidsforbrug
Alle områder	Forbrugeroplevelser

## 1.4 Metode

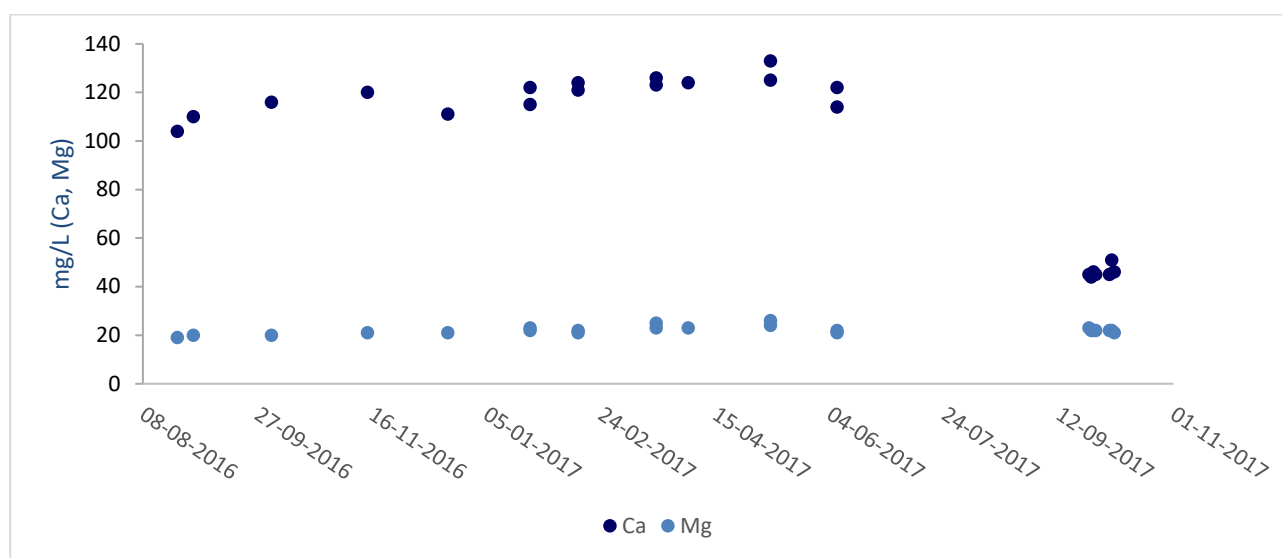
De anvendte undersøgelsesmetoder er beskrevet i bilag 5-6, og i løbet af resultatafsnittet refereres til de relevante bilag.

## 2 Resultater og diskussion

I dette afsnit præsenteres resultaterne opdelt på Erhverv (afsnit 2.2) og Private husholdninger (afsnit 2.3) efter en beskrivelse af drikkevandskvaliteten i Brøndby før og efter indførelsen af central blødgøring.

### 2.1 Drikkevandskvaliteten i Brøndby før og efter central blødgøring

Hårdheden beregnes ud fra vandets koncentration af calcium (Ca) og magnesium (Mg). Ved start på den centrale blødgøring blev koncentrationen af calcium reduceret markant fra 104-133 mg/L til ca. 45 mg/L, mens magnesium fortsatte uændret på godt 20 mg/L (Figur 2-1). Reduktionen af Ca resulterer i, at hårdheden falder fra ca. 20 til ca. 10 °dH.



Figur 2-1. Drikkevandets koncentration af Ca og Mg afgang Brøndbyvester Vandværk. Medio september 2017 begyndte central blødgøring.

I løbet af måleperioderne er der tre relevante sæt vandkvalitet: Det oprindelige hårde Brøndby-vand, vand fra Værket ved Regnemærk (som blev distribueret i før-måleperioden, da Brøndbyvester Vandværk var midlertidigt lukket, mens det blev ombygget og gjort klar til central blødgøring), og endelig det blødgjorte vand fra Brøndby (Tabel 2-1).

Af tabellen fremgår vandets hårdhed (°dH) og koncentrationer af forskellige ioner, blandt andet calcium og magnesium. Kalkudfældningspotential (calcium carbonate precipitation potential, CCPP) er beregnet (se metode og hvilke ioner der indgår i bilag 5.2). Der er beregnet CCPP for henholdsvis et åbent og lukket system. Et distributionssystem er et lukket system, da vandet ikke har kontakt med atmosfærisk CO<sub>2</sub>. I det øjeblik vandet kommer ud af hanen (f.eks. hældes i et glas, en elkedel eller en toiletcisterne), er det et åbent system i ligevægt med atmosfærens indhold af CO<sub>2</sub>, der medfører en yderligere potentiel kalkudfældning. CCPP kan være en bedre indikator, end hårdheden alene, for hvor meget kalk der udfældes for en given vandkvalitet (M.J.C. van Raalte-Drewes et.al, 2004).

Tabel 2-1. Vandkvalitetsdata og beregnede potentialer for udfældninger af mineraler for drikkevand distribueret i Brøndby før central blødgøring (Brøndby, hårdt), under renovering af Brøndbyvester Vandværk (Regnemark), og vandkvalitet efter central blødgøring (Brøndby, blødere vand). Data fra HOFOR og angivet for afgang værk. CCPP er calcium carbonate precipitation potential beregnet med PHREEQC, Parkhurst and Appelo (2013). Fe og Cu i "Brøndby, blødere vand" er fra pilotforsøg.

Vandkvalitetsdata (mg/L på nær pH og temperatur)	Brøndby, hårdt vand Før efterår 2016	Regnemark, hårdt vand Efterår 2016	Brøndby, blødere vand 2017
pH	7,30	7,29	8
Temperatur (°C)	15,1	15,1	15,1
Ca	120	116	40
Mg	23	20	23
Alkalinitet (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	380	370	310
Fe	0,013	0,013	0,012
K	5,4	5	5,3
Cl	120	91	120
F	0,51	0,53	0,43
Cu	-	0,05	0,05
Na	57	51	140
N (5)	2,5	2,4	2,2
S (6)	84	75	90
Hårdhed (°dH)	22	21	11
(mmol/L)	3,9	3,7	1,9
<b>CCPP, 15 °C, (mg/L) <sup>1</sup></b>			
CaCO <sub>3</sub> -PP, åbent	242	234	88
CaCO <sub>3</sub> -PP, lukket	30	26	15

<sup>1</sup>I et lukket system har vandet ikke kontakt med atmosfærisk CO<sub>2</sub>.

Når hårdheden halveres i Brøndby (fra 22 til 11 °dH, tabel 2-1), falder CCPP fra 242 til 88 mg/L i det åbne system. Det vil sige, at beregnet CCPP falder med en faktor 3 i forhold til tidligere. Faldet i CCPP betyder, at kalkudfældningen forventes markant reduceret.

## 2.2 Erhverv

I det følgende beskrives resultaterne af målingerne hos erhverv.

### 2.2.1 Energiforbrug til opvarmning af vand

I et varmtvandssystem til centralvarme eller varmt brugsvand kan forbrugerne opleve kalkudfældninger, når vandet er hårdt. De oplevede gener kan være mangelfuld opvarmning eller ineffektiv udnyttelse af varmen fra varmekilden (her fjernvarme). Dette kan skyldes, at kalkudfældninger isolerer varmekilden fra varmtvandssystemet.



Figur 2-2. Venstre: varmebeholder hos boligforening hvor servicemedarbejder tømmer beholderen for kalkudfældninger. Højre: pladevarmeveksler hvorfra der er ved at blive aflæst data fra fjernvarmesystemets energimåler.

I to systemer til opvarmning af vand blev energi afsat fra fjernvarmesystemet og varme (energi) optaget i brugsvandet målt. Målingen blev foretaget to gange i før-perioden og en gang i perioden efter blødgøring (bilag 5.1). Nyttetvirkningen beregnedes som forholdet mellem optaget og afsat energi.

Hos boligforeningen opvarmes brugsvandet i en varmtvandsbeholder med varmevekslerspiraler, hvorigennem varmen fra fjernvarmesystemet opvarmer brugsvand. Afhængigt af vandets hårdhed får varmtvandsbeholdere med tiden kalkudfældninger på spiralerne (på ydersiden, der er i kontakt med det opvarmede brugsvand) og i bunden, som fører til en lavere ydelse på grund af isolerende effekt af kalk samt mindre volumen til rådighed (Figur 2-2, tv).

Hos vintapperiet opvarmes vand gennem en pladevarmeveksler (Figur 2-2, th). Varmeveksleren overfører varmen fra fjernvarme til brugsvand adskilt af stålplader. Varmeoverførslen sker over en stor kontaktflade ved jævnt flow henover pladerne. En varmeveksler får afhængigt af brugsvandets hårdhed kalkudfældninger på pladerne på den side, der er i kontakt med brugsvand.

Nyttetvirkningerne er relativt lave (bilag 5.1); for varmtvandsbeholderen 20-45% og for varmeveksleren 60-80%. En mulig årsag til dette er, at der er recirkulering på begge systemer, da man ønsker konstant at have varmt vand i nærheden af tappestedet. Vores målinger fandt, at varmeveksleren havde en højere nyttevirkning på 70-80% efter service end varmtvandsbeholderen på 35-45% efter service.

Tabel 2-2. Effekter på erhverv vedrørende varmekonsum og service på varmesystem. Måling udført 10. januar-16. maj '17 (hårdt vand) og 8. januar – 8. maj '18 (blødere vand) for pladevarmeveksler og 10. januar-26. juni '17 (hårdt vand) og 8. januar – 8. juni '18 (blødere vand) for varmtvandsbeholder.

Effekt	Varmesystem	Hårdt vand	Blødere vand
Nyttevirkning/brugsvand akk. (%/m <sup>3</sup> )	Varmtvandsbeholder	-3x10 <sup>-5</sup> <sup>1</sup>	-7x10 <sup>-5</sup>
	Pladevarmeveksler	-3x10 <sup>-4</sup> <sup>1</sup>	-3x10 <sup>-5</sup>
Reduktion af nyttevirkning ved opvarmning af brugsvand mellem serviceintervaller (%)	Varmtvandsbeholder	(8) <sup>4</sup>	(18) <sup>4</sup>
	Pladevarmeveksler	15	1,5
Tab af energi i periode <sup>2</sup> (MWh)	Varmtvandsbeholder	-	-
	Pladevarmeveksler	3,1	0,3
Ekstra udgift til fjernvarme i perioden <sup>3</sup> (kr./år)	Varmtvandsbeholder	-	-
	Pladevarmeveksler	3.286	297
Antal service om året	Varmtvandsbeholder	2	-
	Pladevarmeveksler	3	2
Serviceomkostning (kr./gang)	Varmtvandsbeholder	2.728	
	Pladevarmeveksler	5.020	
Besparelse per år for energi og service (kr./år)	Varmtvandsbeholder	-	-
	Pladevarmeveksler	-	8.009

<sup>1</sup>Signifikant sammenhæng mellem nyttevirkning og akkumuleret forbrug af vand. <sup>2</sup>Gennemsnitlig reduktion af nyttevirkning anvendt i hele perioden. <sup>3</sup>Fjernvarmepris var i 2018 352,5 kr./MWh og 13,25 kr./m<sup>3</sup>. <sup>4</sup>For varmtvandsbeholderen fungerede offeranoden ikke ens i perioderne med hårdt og blødere vand, derfor er reduktion af nyttevirkning i parentes.

Projektet Future Water (Larsen et al., 2016) viste, at blødgøring ved pelletmetoden reducerer udfældningerne i el-vandvarmere signifikant.

Nyttevirkningen per m<sup>3</sup> brugsvand akkumuleret forbrug aftog i perioderne mellem service for både varmtvandsbeholderen og varmeveksleren (Tabel 2-2). For varmtvandsbeholderen faldt nyttevirkning 8% og 18% efter opvarmning af 2.150 m<sup>3</sup> vand (Tabel 2-3) i de to perioder. Det markante fald i nyttevirkning for alle serierne indikerer, at kalkudfældninger har en negativ effekt på nyttevirkningen.

Energitalet og besparelser er ikke beregnet for varmtvandsbeholderen (Tabel 2-2). Det skyldes, at driften af varmtvandsbeholderens anode blev ændret undervejs i målingerne. Derfor er reduktion af nyttevirkning lavest med hårdt vand (8%) i forhold til blødere vand (18%). Resultatet diskuteres i afsnit 2.2.2.

For varmeveksleren aftager nyttevirkningen (Tabel 2-2) med hhv. 15% (500,4 m<sup>3</sup> opvarmet vand, Tabel 2-3) med hårdt vand og 1,5% (501,2 m<sup>3</sup> opvarmet vand) i perioden med blødere vand henover en periode på 4 måneder. Interval mellem service har været 4 måneder i perioden med hårdt vand. I hårdtvands-perioden er der en signifikant aftagende sammenhæng mellem nyttevirkning og akkumuleret forbrug.

Vi har søgt at opgøre de besparelser, som virksomheden opnår for varmeveksleren ved overgang til blødere vand, ved at beregne omkostningerne ved det øgede tab af varme samt den højere frekvens af serviceintervaller i perioden før blødgøring (Tabel 2-2). Nytttevirkningen aftager langsomt i perioden med blødere vand, hvilket betyder, at tabet i energiforbrug reduceres fra 3,1 til 0,3 MWh, dvs. en faktor 10 lavere med blødere vand (Tabel 2-2). Forudsat, at virksomheden kan reducere service fra 3 til 2 gange per år, bliver besparelsen på mindre energitab (ca. 3.000 kr/år) og én færre service i alt omkring 8.000 kr./år. Der er dermed tale om en væsentlig effekt.

Tidligere har COWI (2011) vurderet, at HOFOR Fjernvarme i København kan spare 4.000 MWh/år med blødere vand, og dermed også at der er en væsentlig effekt. Rambøll (2017) vurderede dog, at der ikke vil være en signifikant reduktion i energiforbruget.

### 2.2.2 Potentialer og beregninger af kalkudfældninger i varmeveksler og -beholder

Der bruges ca. 5 gange mere vand i vandbeholderen (2.444 og 2.148 m<sup>3</sup>) end for varmeveksleren (525 og 504 m<sup>3</sup>) i løbet af måleperioderne på hhv. ca. 4 og 5 måneder (tabel 2.3). Udfældningerne i varmtvandsbeholderen og varmeveksleren blev målt og opgjort som mængde per volumen varmtvandsforbrug. Prøver af udfældningerne blev analyseret for deres mineralsammensætning. Metoden til opgørelse af mængder og sammensætning er beskrevet i bilag i 5.2. Det er primært kalk (CaCO<sub>3</sub>), der udfælder, men også en smule dolomit og hematit.

For varmtvandsbeholderen (volumen på 3,5 m<sup>3</sup>) målte vi i perioden med hårdt vand 4,3 mg/L og 3,3 mg/L, mens vi for varmeveksleren fandt henholdsvis 0,6 og 1,3 mg/L. For varmtvandsbeholderen er udfældningen dermed 3-7 gange højere end varmeveksleren, hvilket må antages at være på grund af forskellen i konstruktion af varmesystemet.

Udfældningspotentialerne (CCPP) er beregnet vha. PHREEQC for de to varmesystemer ud fra vandkvalitetsdata, som er hentet fra adresser i ledningsnettet tæt på vintapperiet (Hesselager 21, Skands) og beboelsesejendommen (Gurrelund 76). Det er en forholdsvis lille del, der udfælder i beholder og varmeveksler i forhold til CCPP for både varmeveksleren (max 2 og 1,4 %) og varmtvandsbeholderen (max 7,8 og 12,3 %) (Tabel 2-3).

Efter blødgøring er de totale udfældninger for varmeveksleren reduceret fra 0,6 til 0,3 mg/L. Det bemærkes, at temperaturen af det opvarmede vand er lavere i perioden med blødgøring, hvilket medfører at effekten overvurderes. Ved at ændre temperatur til 58 °C stiger CCPP med 8%. Det vurderes at temperaturforskellen derfor kun kan tilskrives 8% af forskellen (50%) på udfældninger i de to perioder.

Ligesom nyttevirkningen var højere for varmtvandsbeholderen (Tabel 2-2) efter blødgøring er indført, er også de totale udfældninger steget fra 3,3 til 4,4 mg/L (Tabel 2-3). Efter målingernes afslutning har projektgruppen dog fået oplyst, at systemets offer-anode, der skal beskytte mod korrosion, ikke fungerede i perioden med hårdt vand. Anoden blev udskiftet inden målingerne i perioden efter blødgøring. Vi ser det som sandsynligt, at offeranoden har påvirket ionstyrken og øget systemets udfældninger. Det er ikke muligt at korrigere resultaterne herfor, og der er formentlig ikke tale om et retvisende billede af forskellen i udfældninger før og efter blødgøring.

## Før- og eftermålinger af effekter af blødgøring i Brøndby

Tabel 2-3. Målte udfældninger ved opvarmet brugsvand hos de to varmtvandssystemer (varmeveksler og varmebeholder) og beregnede potentialer (CCPP, calcium carbonate precipitation potential).

Målinger	Varmeveksler			Varmtvandsbeholder		
	Hårdt vand		Blødere vand	Hårdt vand		Blødere vand
	10/1 '17 til 16/5 '17	10/10'16 til 10/1 '17	8/1 '18 til 8/5 '18	10/1 '17 til 26/6 '17	10/10'16 til 10/1 '17	8/1 '18 til 8/5 '18
<b>Data fra forsøgsperioden</b>						
Volumen brugsvand opvarmet (m <sup>3</sup> )	525	353	503,6	2.444	1348	2.148
Temperatur indløb, gennemsnit (°C) (brugsvand)	20	24	19	29	25	27
Temperatur opvarmet, gennemsnit (°C) (brugsvand)	58	62	54	49	51	48
<b>Udfældninger i forsøgsperioden (g)</b>						
CaCO <sub>3</sub> , kalk	161 <sup>1</sup>	351	68	6.626	4.962	5.475
CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , dolomit	17	28	20	1349	760	1.752
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , hematit (okker)	125	67	68	4	7	7
CaSO <sub>4</sub> ·6H <sub>2</sub> O, gips	-	-	-	55	-	109
Al(OH) <sub>3</sub> , gibbsit	-	-	-	39	-	210
NaCl, salt	-	-	-	16	-	18
Mineral vi ikke finder	-	-	-	57	-	1.769
<b>Total udfældninger</b>	<b>303</b>	<b>446</b>	<b>156</b>	<b>8.146</b>	<b>5.729</b>	<b>9.339</b>
<b>Udfældninger i forsøgsperioden (mg/L)</b>						
<b>Total udfældninger</b>	<b>0,6</b>	<b>1,3</b>	<b>0,3</b>	<b>3,3</b>	<b>4,3</b>	<b>4,4</b>
<b>Beregnet CCPP for brugsvand (mg/L)</b>						
Ved Tindløb (°C); Topvarmet (°C) <sup>2</sup>	29,3; 82,8		20,9; 49,8	42,8; 70,8		31,2; 49,6
<b>Udfældning i forsøgsperioden i forhold til beregnet potentiale (%)</b>						
Totale udfældninger/CCPP Tbrugsvand (°C); Topvarmet (°C)	2,0; 0,7	4,4; 1,6	0,6; 1,4	4,7; 7,8	6,0; 10	7,7; 12,3

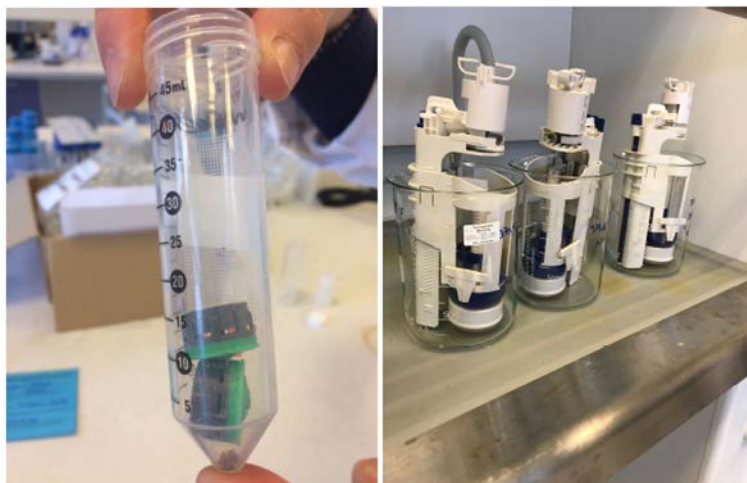
<sup>1</sup>Målte udfældninger i Førperiodens anden måleperiode, 10. januar – 16. maj 2017, afviger forholdsmeæssigt vedrørende indhold af kalk, dolomit og hematit.

Vintapperiet udskiftede en cirkulationspumpe 2. maj 2017, hvilket kan influere på målingerne, herunder hematit (jernforbindelse). <sup>2</sup>Vi har regnet CCPP som et lukket system under antagelse af, at der ikke er ligevægt med atmosfærisk CO<sub>2</sub>.



### 2.2.3 Kalkudfældninger i perlatorer og cisternekits

På de to ældrecentre satte vi 93 nye perlatorer (Æblehaven) og 3 nye cisterne kits (Nygårds Plads) op i september og tog dem ned fire måneder senere. Dette blev foretaget i en periode før blødgøring af vandet og gentaget med blødere vand. Efter nedtagning blev perlatorer og cisternekits undersøgt for, hvor store kalkudfældninger var i perioderne (Figur 2-3) som beskrevet i bilag 5.2.



Figur 2-3. Fotos af perlatorer i centrifugetube (tv) og cisterne kits i målebægere (th) før opløsning af kalk med syre og analyse af opløste udfældninger i laboratoriet.

De totale udfældninger er reduceret i perioden med blødere vand for både perlatorer og cisternekits (Tabel 2-4). For perlatorer reduceres udfældningerne fra 22 til 13 mg/perlator (42%), og for cisternekits reduceres de fra 965 til 182 (81%) mg/cisterne i måleperioden (4 måneder).

Tabel 2-4. Udfældninger målt gennem 4 måneder i før og efter perioden på perlatorer og cisterneindmad på hhv. ældrecentre Æblehaven og Nygårds Plads.

Gennemsnitlig udfældninger per perlator	Æblehaven, perlatorer (93 stk)		Nygårds Plads, Cisterner (3 stk)	
	Hårdt vand (per perlator)	Blødere vand (per perlator)	Hårdt vand (per cisterne)	Blødere vand (per cisterne)
CaCO <sub>3</sub> (mg)*	20 (±5)	10 (±3)	913 (±313)	162 (±30)
MgCa(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (mg)	1,2 (±0,3)	1,6 (±0,5)	34 (±14)	13 (±4)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mg)	1,1 (±1,6)	0,92 (±0,5)	18 (±18)	7,1 (±3)
Total (mg)	22 (±6)	13 (±4)	965 (±344)	182 (±32)
Reduktion (%)	-	42	-	81

\*Signifikant forskel på målingerne i perioden med hårdt og blødere vand.

Uparret t-test viser, at CaCO<sub>3</sub>-udfældninger er signifikant reduceret ved overgang fra hårdt til blødere vand. De andre mineraludfældninger er ikke signifikant reduceret primært pga. stor spredning på udfældningerne på perlatorerne samt de relativt få målinger for cisternerne.

Vi har estimeret udgifter til afkalkning (tid og syre) samt indkøb af cisternekits og perlatorer. Der er taget udgangspunkt i perlatorer og cisternekits fra projektet, herunder beregninger af udfældninger samt samtale med servicepersonalet på ældrecentre (Tabel 2-5). Beregningerne er foretaget for et ældrecenter med 100 beboere i egen lejlighed med toilet og vandhane.



Ifølge servicepersonalet på Æblehaven Ældrecenter afkalkedes perlatorer hvert halve år i perioden med hårdt vand og med blødere vand er deres forventning, at denne frekvens kan nedsættes til en årlig afkalkning. På tidspunktet for måling havde ældrecenteret kun haft perlatorer opsat i 4 måneder med blødere vand. Den årlige besparelse for perlatorer er 1.006 kr./år svarende til 10 kr./år/beboer.

Ifølge servicepersonalet på Ældrecenter Nygårds Plads afkalkedes 2,5 cisternekits per uge svarende til 130 om året i perioden med hårdt vand. Dette blev reduceret til 2 hvert halve år i perioden med blødere vand. Vi estimerede, at der blev brugt 2 dL afkalkningsmiddel per gang. Det ses, at der er væsentlige besparelser ved blødere vand, især da timeforbrug til udskiftning af cisternekits falder fra 130 til 4 timer/år. Ældrecenteret sparer derved 23.588 kr./år for cisternekits, svarende til 236 kr./år/beboer.

*Tabel 2-5. Forudsætninger og beregninger af besparelser for cisternekits og perlatorer for et ældrecenter med 100 beboere. Estimer for levetid og afkalkningsmængder er foretaget af servicemedarbejdere på Æblehaven og Nygårds Plads. Arbejdstiden er estimeret ud fra erfaringer i dette projekt. Det er antaget, at en timeløn for en servicetekniker er 149 kr. (FOA, 2018). Det er antaget, at 1 L afkalkningsmiddel (eddikesyre) koster 10 kr./L.*

	Hårdt vand	Blødere vand	Besparelse
<b>Cisternekits</b>			
<b>Forudsætninger</b>			
Antal afkalkninger (/år)	130	4	
Levetid (år)	8	25	17
Arbejdstid (t/år)	130	4	<b>126</b>
Afkalkningsmiddel (L/år)	26	1	25
<b>Udgifter</b>			
Lønudgift (kr./år)	19.410	597	18.813
Køb af cisterne kits (kr./år)	6.500	2.000	4.500
Afkalkningsmiddel (kr./år)	286	11	275
<b>Total, cisternekits</b>	<b>26.196</b>	<b>2.608</b>	<b>23.588</b>
<b>Perlatorer</b>			
<b>Forudsætninger</b>			
Antal afkalkninger	186	93	
Levetid (år)	Antages uændret		
Arbejdstid (t/år)	12	6	<b>6</b>
Afkalkningsmiddel (L/år)	19	9	10
<b>Udgifter</b>			
Lønudgift (kr./år)	1.792	896	896
Afkalkningsmiddel (kr./år)	209	99	110
<b>Total, perlatorer (kr./år)</b>	<b>2.001</b>	<b>995</b>	<b>1.006</b>
<b>Total, perlatorer og cisternekits (kr./år)</b>	<b>28.197</b>	<b>3.603</b>	<b>24.594</b>

For et ældrecenter med 100 beboere spares der dermed totalt for både perlatorer og cisternekits 24.594 kr./år. Besparelsen er primært i form af sparede servicetimer for medarbejderne, som kan bruges på andre opgaver. Effekterne kan være mere vidtrækkende, da brusehoveder, armaturer mm også kan påvirkes.

Hos boligafdelingen Bo-Vest blev antallet af cisternekits-udskiftninger reduceret med 7 i en måleperiode på 4 måneder ved overgang fra hårdt vand (10 udskiftninger) til blødere vand (3 udskiftninger). Økonomien er ikke opgjort for Bo-Vest, men reduktionen er lavere hos Bo-Vest (70%) end hos ældrecenteret (97%).

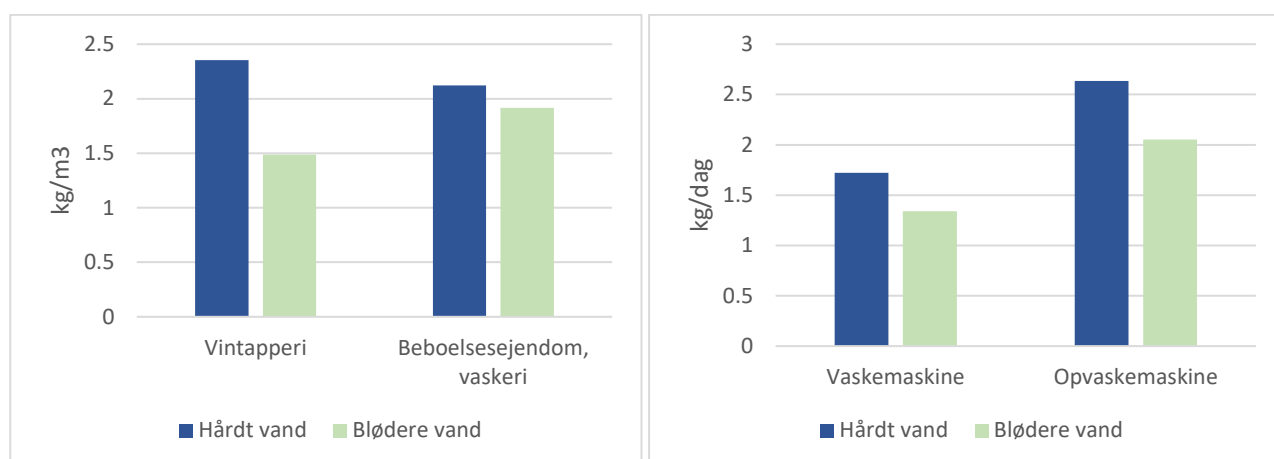
Reduktionen af afkalkning og udskiftninger af perlatorer og cisternekits understøtter tidligere estimater af en halvering af udgifterne til afkalkning af perlatorer og brusere ved overgang fra hårdt til blødere vand for hoteller (COWI, 2012).

## 2.2.4 Forbrug af salt til decentrale blødgøringsanlæg og rengøringsmidler

### Saltforbrug til decentrale blødgøringsanlæg (ionbytteranlæg)

I opvaskemaskiner og i industrien findes decentrale blødgøringsanlæg, som regenereres ved hjælp af salt, og saltforbruget afhænger af vandets hårdhed. Forbrug af salt til decentrale ionbytter blødgøringsanlæg er målt tre steder (resultater i Figur 2-4):

- Vintapperi hvor vandet blødgøres til skylning af flasker, inden der påfyldes vin
- Beboelsesejendom hvor fællesvaskeriet har et decentralt blødgøringsanlæg
- Et ældrecenter med to anlæg, der leverer blødgjort vand til vaske- og opvaskemaskiner



Figur 2-4. Forbrug af salt i decentrale blødgøringsanlæg hos industri (vintapperi) og vaskeri i beboelsesejendom (venstre) og vaske- og opvaskemaskiner på ældrecenter (højre). Bemærk at opgørelsen er kg/m³ (tv) og kg/d (th), da vandforbrugsdata ikke var tilgængelige på ældrecenteret.

Saltforbruget blev reduceret med op til 0,9 kg/m³ og 0,6 kg/dag for de 4 målesteder. Baseret på vores resultater, kan der findes en besparelse af saltforbruget på 10 til 37% (tabel 2-6). Resultaterne er påvirket af, at anlæggene muligvis blev indstillet til blødere vand over en løbende periode, hvilket var tilfældet for ældrecenteret, der først indstillede ionbytteranlæg i december 2017. Det vil derfor være relevant at gentage målingerne på et senere tidspunkt.

Den målte reduktion af saltforbrug (0,2 – 0,9 kg/m³) stemmer overens med tidligere estimat på 0,5 kg/m³ (Rambøll, 2017).

Tabel 2-6. Resultater fra målinger af saltforbrug hos 3 Erhverv med i alt 4 ionbytteranlæg. Målingerne er foretaget i perioderne med hårdt vand (Før) august '16 - april '17 og blødere vand (Efter) oktober '17 – maj '18.

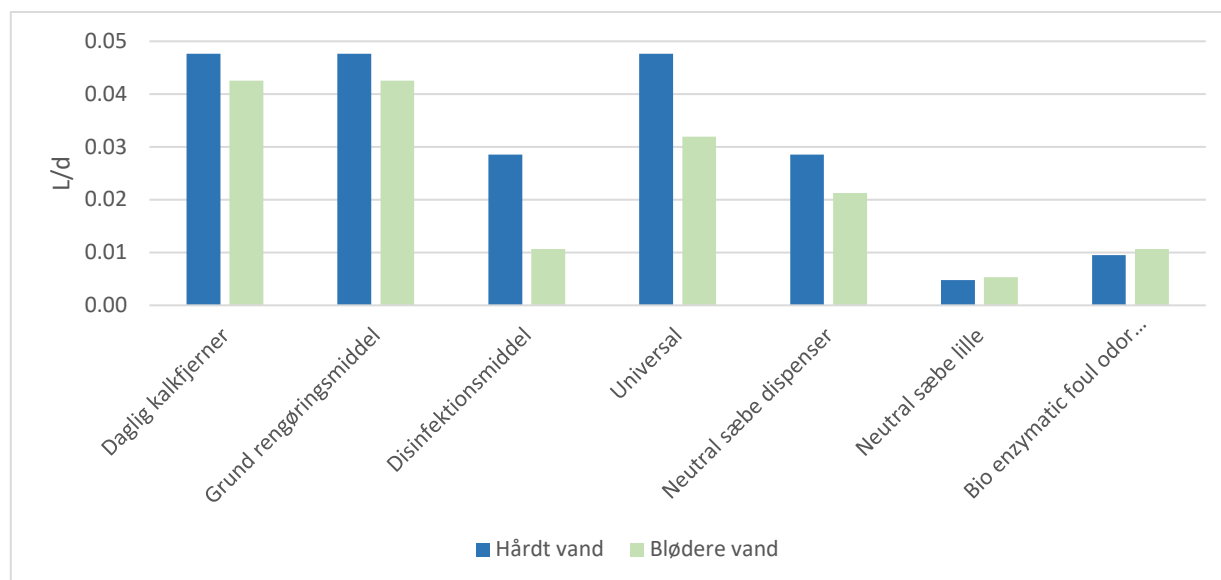
Erhverv Anvendelse	Vintapperi Industrielt	Beboelsesejendom Vaskeri	Vaskemaskiner	Ældrecenter Opvaskemaskiner
Forbrug, før (kg/m <sup>3</sup> ; kg/d)	2,4	2,1	1,7	2,6
Forbrug, efter (kg/m <sup>3</sup> ; kg/d)	1,5	1,9	1,3	2,1
Reduktion (kg/m <sup>3</sup> ; kg/d)	0,9	0,2	0,4	0,6
Reduktion (%)	37	9,6	22	22
Besparelse (kr./år) <sup>1</sup>	693	324	362	551

<sup>1</sup>Ved udregning af besparelsen er anvendt en saltpris på 2.600 kr. per ton salt (Rambøll, 2017).

## Rengøringsmidler

På et ældrecenter har en rengøringsassistent registreret anvendelse af kalkfjerner, rengøringsmidler og desinfektionsmiddel i tidsrummet september – januar både i perioden med hårdt vand og i perioden med blødere vand.

Der blev observeret en reduktion på 11 til 63% i anvendelse af 5 ud af 7 midler og en stigning på ca. 11% for de resterende to midler opgjort i L/d (Figur 2-5). Det er forventeligt, at antallet af beboere og rengøringsaktiviteten har været ens i de to perioder. Reduktionen af forbruget af den daglige kalkfjerner er beskeden, omkring 11%, mens der for desinfektionsmiddel og et par sæbeforbrug observeredes en større reduktion. Forskellene kan skyldes, at anvendelsesmønstret ikke nødvendigvis ændres med en ændret kalkaflejring. Vi har valgt ikke at estimere besparelsen, da opgørelsen vurderes som usikker, da den er baseret på denne ene observation.



Figur 2-5. Rengøringsmidler anvendt i hus 2 hos et ældrecenter (28. september '16 – 11. januar '17 og 28. september – 31. december '17).

Resultatet (Fig. 2-5) tyder dog på, at der hos ældrecenteret er en mulig reduktion i rengøringsmiddelforbruget, men det forudsætter, at rengøringsmedarbejderne doserer efter sæbens effekt (se eventuelt referat af møde med Diversey Care i bilag 5.7). Omvendt er der formentlig også forbrug af

rengøringsmidler, som vil være stort set upåvirket af overgangen til blødere vand, fx håndsæbe (Neutral sæbe lille) (Figur 2-5). Rambøll (2017) og COWI (2011) vurderer at virksomheders forbrug af rengøringsmidler ikke påvirkes af blødere vand.

### 2.2.5 Opsamling på tekniske målinger hos erhverv

Målingerne hos erhverv (2.2.1 – 2.2.4) er opsamlet og sammenlignet med estimater fra andre danske studier (Tabel 2-7).

#### Område, måling, type, vandets hårdhed og reduktion

De første kolonner i Tabel 2-7 viser: 1) hvilket område i erhvervsmålingen henfører til (fx vandopvarmning), 2) hvad der er målt (fx tab af energi med enheden MWh), og 3) hvad målingen var ved hårdt og blødere vand (fx 3,1 og 0,3 MWh). Ud fra de to målinger ved forskellig hårdhed er reduktionen beregnet i både samme enhed som målingen (fx MWh) og derefter i procent.

#### Robusthed af måling

Vi definerer robusthed som et kvalitativt skøn for reproducerbarhed af målingen. Vurderingen kan enten være høj, mellem eller lav. Målingerne hos erhverv har fået værdien Høj, da de vurderes reproducerbare. Dog vil effekterne kunne styrkes ved flere målinger hos andre lignende erhverv.

#### Type af måling

Her er det angivet om målingen er foretaget gennem registrerings-, interviewskema eller observation f.eks. laboratorieforsøg af kalkudfældninger på perlatorer og cisternekits.

#### Reduktion

Det ses af kolonnen med reduktion at målingerne er reduceret med 10 – 90% og dermed har vi kunne måle en reduktion af effekten.

#### Sammenligning af måling

Her sammenlignes målingerne med tidligere danske studier.

Før- og eftermålinger af effekter af blødgøring i Brøndby

Tabel 2-7. Oversigt over målinger af effekter af blødgøring udført hos erhverv.

Område	Måling	Robust- hed af måling	Type (R, I , O) <sup>1</sup>	Hårdt vand (20/22°dH)	Blødere vand (10- 12°dH)	Reduktion		Sammenligning af måling (reduktion, målings enhed)		
								%	COWI 2011	Rambøll 2017
Vandopvarmning (varme-veksler)	Reduktion af nyttevirkning (MWh)	Høj	O	3,1	0,3	2,8	90	- <sup>a</sup>	0	-
	Kalkudfældninger (mg/L)	Høj	O	0,6	0,3	0,3	50	-	-	-
	Serviceinterval (gange/år)	Høj	O	3	2	1	33	50% <sup>b</sup>	55% <sup>b</sup>	50% <sup>b</sup>
Ionbytteranlæg	Saltforbrug (kg/m <sup>3</sup> )	Høj	R	2,4	1,5	0,9	37	-	0,5	-
	Saltforbrug (kg/L)	Høj	R	2,1	1,9	0,2	10	-	-	-
Kalkudfældning	Perlatorer (mg/perlator)	Høj	O	22	13	9	42	-	-	-
	Cisternekits (mg/cisternekit)	Høj	O	965	182	783	81	-	-	-

<sup>1</sup>Oprindelse af data. R: registreringsskema I: interviewskema O: observation.

<sup>a</sup>HOFOR kan spare 4.000 MWh/år på fjernvarme i København (ca. 500.000 personer) (COWI, 2011), men tallet kan ikke sammenlignes med tabellens, som er observeret hos vintapperiet. <sup>b</sup>Estimeret i COWI, (2012), idet rensning af varmtvandsbeholder reduceres fra 4.000 til 2.000 kr./år for hoteller, Rambøll (2017) estimerer reduktion på 55% (fra 3.400 til 1.500 kr./år), og Deloitte (2015) antager en halvering.

### 2.2.6 Antropologundersøgelse gennem interviews hos erhverv

Antropologundersøgelsen for erhverv er lavet på baggrund af 6 dybdegående interviews ude på erhvervslokationerne (45-60 minutter per interview) og 22 telefoninterviews (15-25 minutter per interview). Ud af disse 28 interviews er 12 interviews med virksomheder, der bruger vandet i deres produktion, 13 med almene boligafdelinger og 3 interviews dækker ældrecentre i Brøndby. Interviews med driftsfolkene i de 13 almene boligafdelinger med i alt 7.068 boliger repræsenterer hermed driften i 70 % af alle almene boliger i Brøndby. De 28 interviews fokuserer på erhvervets oplevelser med og forventninger til blødere vand, dvs. med vægten lagt på de mere ikke-quantificerbare effekter ved blødere vand. Undersøgelsen er gennemført ca. et halvt år efter lanceringen af blødere vand i Brøndby. Flere af deltagerne pointerer i interviewene, at det er for tidligt for dem at sige noget håndfast om de økonomiske besparelser ved blødere vand.

Den samlede rapport over antropologundersøgelsen for erhverv fremgår af bilag 6.1. For en gennemgang af metode i antropologundersøgelsen og eksempel på interviewguide se bilag 6.3. Alle erhverv i telefoninterviews er anonymiserede.

Resultatet af antropologundersøgelsen blandt erhverv viser, at økonomi er en vigtig baseline for virksomhederne, og at der er et fokus på, at udgifter og besparelser skal balancere eller give overskud. Det er dog ikke kun besparelser, der fylder for de driftsansvarlige i undersøgelsen. Andre effekter ved blødere vand er lige så vigtige, f.eks. medregner erhvervene de positive faktorer ved det blødere vand, som ikke kan kvantificeres, men som er værdiskabende for erhverv, f.eks. muligheden for produktudvikling og de driftsansvarliges opfattelse af at bruge deres tid mere produktivt, opnå beboertilfredshed og bidrage til beboeres bedre velfærd.

Nedenfor præsenteres en opsummering af de driftsansvarliges oplevede effekter efter indførelsen af blødere vand samt deres forventninger til effekter på længere sigt:

- Økonomi – besparelser eller ekstra udgift ved blødere vand: De driftsansvarlige i boligafdelinger, større virksomheder og ældrecentre forventer, at der vil være besparelser at hente i form af mindre arbejdstid på afkalkning og længere levetid på armaturer, blandingsbatterier, perlatorer og toiletter. Besparelsen er især markant i forhold til toiletter, idet driftsfolkene bemærker, at de i nogle tilfælde vælger at skifte toiletterne ud, når de er tilkalkede, fordi det er billigere end at bruge tid på afkalkning. Det mærkes f.eks. tydeligt i en af de store boligafdelinger med 1000 lejligheder og 1700 toiletter. De forventer ligeledes besparelser på drift og service af varmtvandsanlæg, idet de har observeret, at der i forbindelse med afsyring af anlæg har været mindre kalk i beholder eller veksler efter blødere vand.
- Virksomheder med et stort vandforbrug og få muligheder for besparelser på driften ved blødere vand vil evt. kunne opleve, at prisstigningen på vandet kan betyde en negativ forretning for dem. Det gælder f.eks. virksomheder med blødgøringsanlæg, hvor besparelsen på salt og vand til regenerering af anlægget ikke nødvendigvis er tilstrækkelig til at opveje merudgiften på det blødgjorte vand. Det samme gælder, hvis virksomheden har få ansatte, og derfor ikke kan få besparelser på mindre afkalkning af varmtvandsanlæg, badefaciliteter og kantiner.

- Behov for ændring af serviceaftaler: For at opnå den optimale effekt af blødere vand er det vigtigt, at serviceintervallet for varmtvandsanlæg, vaskerier og blødgøringsanlæg revurderes efter indførelsen af blødere vand. De driftsfolk, som allerede har fået afsyret deres anlæg efter indførelsen af blødere vand, vurderer, at de vil kunne nedsætte frekvensen for afsyring, da der dannes mindre kalk i anlægget. Driftsfolk, som endnu ikke har fået afsyret deres anlæg, forholder sig afventende til ændring af serviceaftaler, da de har sværere ved at vurdere effekten af det blødere vand i forhold til deres anlæg.
- Effekt på rengøring: De fleste boligafdelinger og virksomheder har udliciteret rengøring. De driftsansvarlige har derfor i forhold til rengøring endnu ikke noget indtryk af, om blødere vand kan resultere i besparelser. Det samme forhold gør sig gældende for virksomheder og institutioner med kantinedrift.
- Produktkvalitet: Det blødere vand har ikke haft en negativ effekt på kvaliteten af virksomhedernes produkter. I nogle tilfælde opfattes det blødere vand derimod som en produktforbedring. Samtidig skaber det lavere indhold af kalk i vandet i visse brancher mulighed for produktudvikling og hermed ekstra værdi for virksomheden. Eksempel er inden for spiritusproduktion.
- Produktionsproces: For hovedparten af de interviewede virksomheder har det blødere vand ikke medført behov for at ændre i produktionsprocesserne eller medført ekstra arbejde med at tilpasse produktionen til det blødere vand. De fleste har i forvejen blødgørings- og vandbehandlingsanlæg, der har til formål at reducere effekten af det høje kalkindhold i vandet. Dog har enkelte virksomheder måttet bruge ekstra arbejdstimer på at tilpasse produktionen til det blødere vand. Det gælder f.eks. en leverandør af kaffemaskiner og et mikrobryggeri. Sidstnævnte har rapporteret, at de har måttet bruge mange timer på at tilrette brygprocessen og mængden af ingredienser i ølproduktionen for at tage højde for det lavere kalkindhold i vandet. Efter en indkøringsperiode på 3 måneder, kører produktionen imidlertid stabilt.
- Effekt på rør: Enkelte driftsfolk udtrykker skepsis i forhold til blødere vands effekt på rør, idet de frygter, at det blødere vand vil medføre lækager på rør og stigstreng. Andre driftsfolk har en forventning om, at det blødere vand vil betyde bedre vandtryk, fordi mindre kalk i vandet vil betyde mindre ophobning af kalk i rørene og bedre gennemstrømning.
- Ikke-kvantificerbare effekter: Erhvervene inkluderer selv langt flere faktorer i deres udregning af effekter ved det blødere vand, end det fremgår af Rambølls rapport (2017). De medregner f.eks. positive faktorer ved det blødere vand, som ikke kan kvantificeres, men som er værdiskabende, f.eks. opfattelsen af at bruge sin tid produktivt, at opnå beboertilfredshed og at skabe bedre velfærd for beboere og brugere.
- Mindre tidsforbrug på afkalkning og større arbejdsglæde: De driftsansvarlige bemærker, at det blødere vand medfører mindre tidsforbrug til afkalkningsopgaver. Dette omsætter driftsfolkene til andre og mere værdiskabende arbejdsopgaver. Samtidig medfører det et mindre behov for at udlicitere opgaver til eksterne firmaer og håndværkere, da driftsmedarbejderne nu selv vil få tid til at varetage disse. Mindre afkalkningsarbejde øger desuden driftsfolks arbejdsglæde, da

afkalkningsrelateret arbejde ofte slider på kroppen og opfattes som trivielt og i grunden uproduktivt arbejde.

- "Beboerservice" og mere velfærd: Driftspersonale i boligafdelinger og ældrecentre fremhæver, at det blødere vand betyder beboerservice, en forbedring for beboerne i deres dagligdag med mindre rengøring og færre frustrationer over tilkalkning af badeværelser og løbende toiletter. Samtlige interviewede driftsansvarlige bemærker som noget positivt ved blødere vand, at de slet ikke har fået nogen klager fra beboerne eller brugerne. De ser blødere vand som positivt for boligafdelingen eller ældrecenteret som helhed, og beboertilfredshed betyder mere for dem end en mulig økonomisk besparelse ved det blødere vand. Mindre besvær og tid brugt på afkalkningsopgaver kan anvendes på mere velfærd for beboerne og brugerne i form af bedre service.



## 2.2.7 Oversigt over tekniske målinger og antropologundersøgelse hos erhverv

I Tabel 2-8 er målinger og undersøgelser hos erhverv opsamlet. De tekniske målinger hos erhverv bekræfter tidligere estimerer eller finder en større effekt end tidligere estimeret. Antropologundersøgelsen finder nye effekter, som ikke tidligere er estimeret, som f.eks. forbrugeroplevelsen af tidsforbrug til at fjerne kalkudfældninger reduceres, at tid brugt på kalkgener frigives til beboerservice på et ældrecenter, mm. Nogle af de tekniske målinger kan styrkes ved flere målinger. Især er reduktion af nyttevirkning fundet på en pladevarmeveksler, hvilket stemmer overens med tidligere (COWI, 2011), men for at vide mere om omfanget af reduktionen og indflydelsen af vandkvalitet (herunder hårdhed, CCPP, mm) foreslås det at undersøge dette nærmere.

Tabel 2-8 er samlet med målinger og undersøgelser hos private husholdninger i resuméet.

*Tabel 2-8. . Oversigt over effekter fordelt på erhverv. En effekt kan have kryds i flere kolonner, f.eks. hvis tidligere studier har estimeret effekt forskelligt. Grøn farve betyder, at effekten er reduceret ved overgang fra hårdt til blødere vand i tråd med eller større end tidligere estimeret, rød at den er fundet mindre. Forbrugeroplevelser har reducerede og forstærkede effekter, derfor er de uden farve. Blå farve indikerer at effekten kan styrkes ved flere målinger.*

Område	Måling	Ny effekt – ej tidl. estimeret	Større effekt end tidl. estimeret	Verificerer tidl. estimat	Ingen effekt - tidl. estimeret	Kan styrkes ved flere målinger
<b>Erhverv</b>	Opvarmning af vand		X <sup>1</sup>	X <sup>1</sup>		X <sup>1</sup>
	Kalkudfældning og serviceinterval			X		
	Ionbytteranlæg			X		
	Ældrecentre		X			
	Rengøringsmiddel-forbrug			X		X
	Forbrugeroplevelser	Tidsforbrug, arbejdsprocesser, beboerservice	X			

<sup>1</sup> Fjernvarmesystems effektivitet er med i COWI (2011), men vurderet ubetydelig i Rambøll (2017). Flere målinger behøves for at opnå viden om reelle effekter.

## 2.3 Private husholdninger

30 private husholdninger blev besøgt i perioden for hårdt vand (september - december 2016) og med blødere vand (januar – april 2018). Besøgene bestod i en samtale om deres brug af vand, erfaringer med afkalkning og betydningen af at få centralt blødgjort vand. Derudover blev deltagerne interviewet jævnfør en interviewguide og introduceret til et registreringsskema, som blev anvendt i begge de to 3 måneders registreringsperioder. Et eksempel på udfyldt interview- og registreringsskema ses i bilag 5.3.

Observationerne fra private husholdninger er opdelt i:

- Levetider af husholdningsapparater og påvirkning af kalkudfældninger
- Kalkudfældninger i elkedel
- Elforbrug til kogning af vand i elkedel
- Målinger af kemiforbrug relateret til kalkudfældninger

Mange af observationerne bliver i det følgende præsenteret i et box plot, der viser median, kvartiler samt minimum/maksimum. Kassens øvre og nedre grænse viser øvre og nedre kvartil. Kassen indeholder dermed halvdelen af de observerede værdier og deles af medianen. Krydset i de viste plots angiver middelværdien. Middelværdi ( $\mu$ ) og standardafvigelse (sd eller parentes efter  $\mu$ ) er skrevet ind i boks i figurene.

En opsamlende oversigt på målingerne ses i Tabel 2-13.

### 2.3.1 Levetider af hårde hvidevarer

En af de væsentlige faktorer i både samfundsøkonomisk- og miljøevaluering er levetiden af apparater og VVS-installationer i kontakt med det hårde vand.

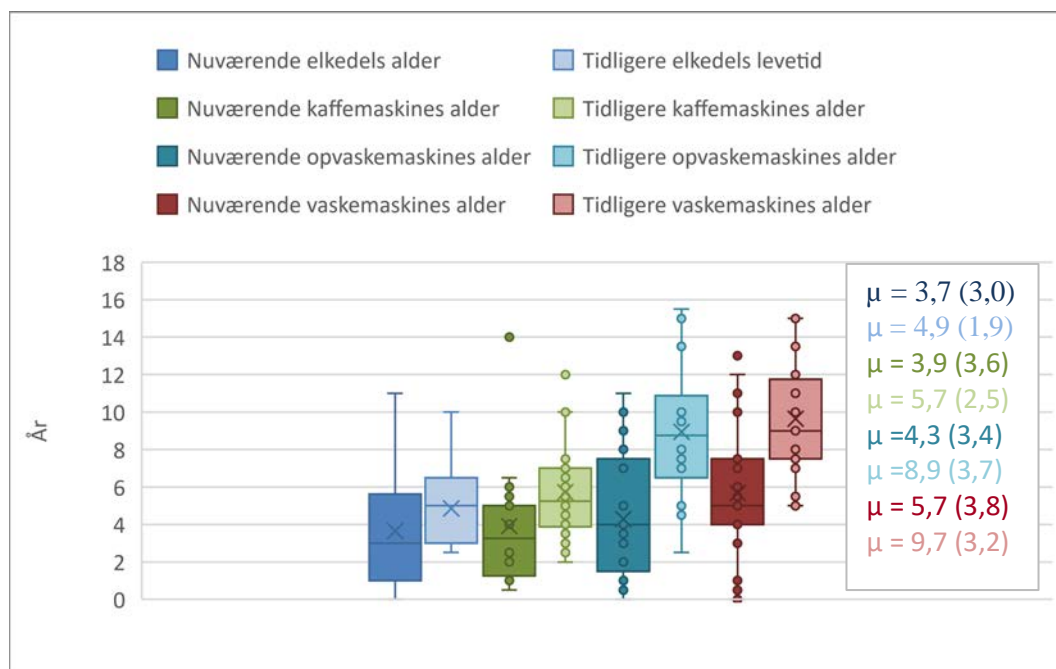
Det er af COWI (2011) estimeret, at husholdningsapparaternes levetid påvirkes af hårdheden. For eksempel antages en elkedel i et område med hårdhedsgraden 22 °dH at have en levetid på 7 år, mens den i et område med 8 °dH antages at have en levetid på 12 år (Tabel 2-9). Deloitte (2015) har efterfølgende antaget, at når blot elkedlen afkalkes løbende, vil levetiden ikke påvirkes. Andre kilder fra England (Market Transformation Programme, 2016; Palmer and Terry, 2014) estimerer levetid af elkedel på 4 til 8 år.

Tabel 2-9. Levetider af elkedler, kaffemaskine, opvaskemaskine og vaskemaskine i forhold til drikkevandets hårdhed.

Reference	Hårdhed (°dH)	Levetid (år)			
		Elkedel	Kaffemaskine	Opvaskemaskine	Vaskemaskine
COWI 2011	22	7	7	10	10
	17	9	9	12	12
	8	12	12	15	15
Deloitte (2015)**	20	12	12	15	?
	10	12	12	15	15
Palmer & Terry, 2014	11-17*	8	-	-	-
MTP, 2016	11-17*	4-5	-	-	-
Ragan et al., 1996	0	-	-	-	20,4

\*drikkevandets hårdhed er estimeret ud fra oplysninger om det område, som data er taget fra, og oplysninger om vandets hårdhed i samme område (Cambridge Water Company, 2016). \*\* Deloitte antog generelt, at levetid var upåvirket af hårdhed, når apparater afkalkes, dog antog Deloitte at vaskemaskinens levetid påvirkes af hårdhed.

Ved interviewet bad vi de 30 interviewdeltagere om deres bedste bud på det forrige apparats alder ved udskiftning samt den nuværende levetid for apparaterne i brug i perioden med hårdt vand (Figur 2-6).



Figur 2-6. Oplyste gennemsnitlige levetider i perioden med hårdt vand inklusiv standardafvigelser af elkedler, kaffemaskine, opvaskemaskine og vaskemaskine for nuværende og tidligere hårde hvidevarer baseret på interview af 30 borgere i Brøndby. Middelværdi ( $\mu$ ) er angivet samt standardafvigelse i parentes.

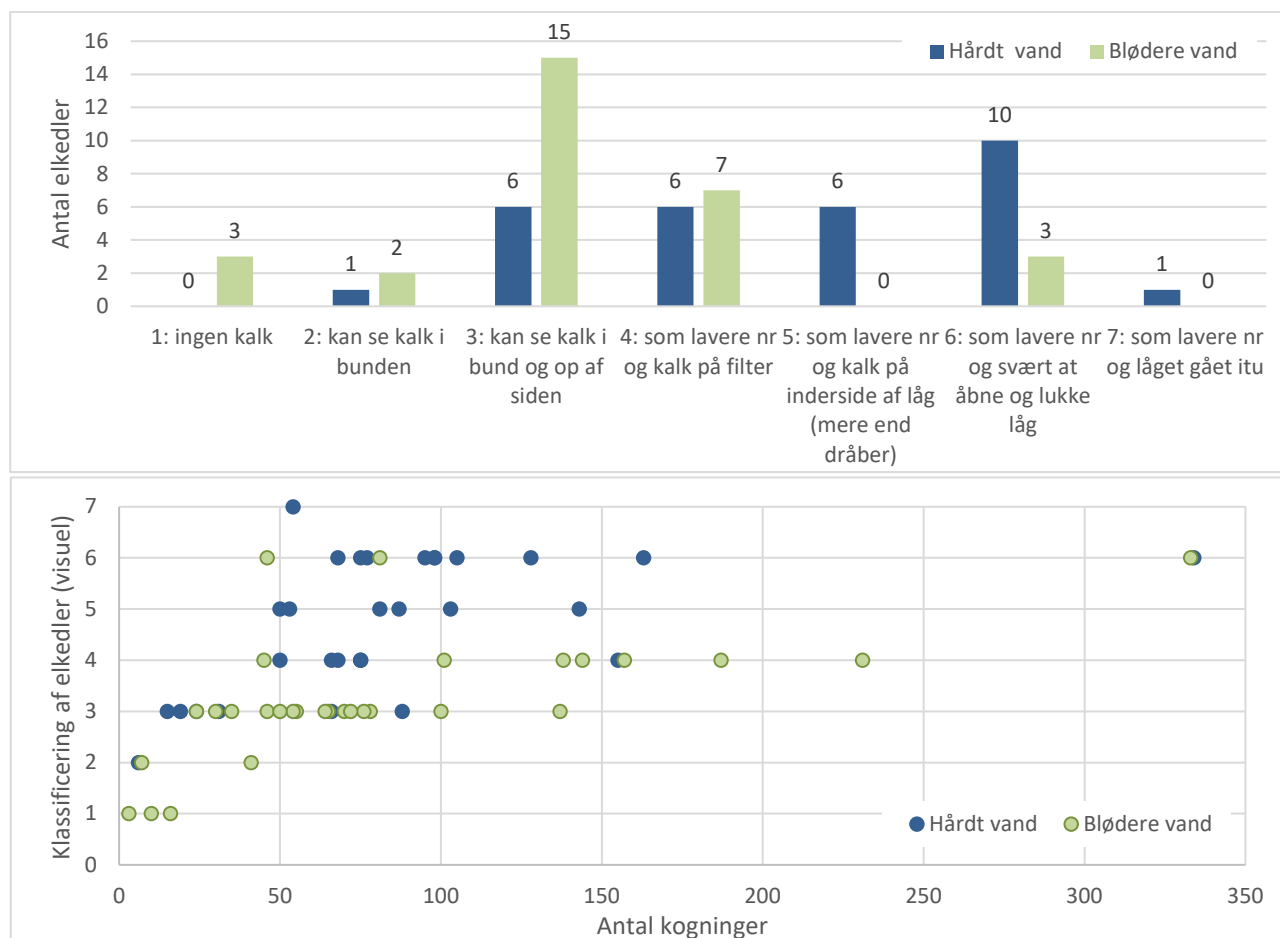
For elkedel og kaffemaskiner er de oplyste levetider i gennemsnit ca. 1-2 år kortere end COWI (2011) estimat på 7 år. De oplyste levetider for opvaskemaskine og vaskemaskine stemmer overens med COWI (2011) estimat omkring 10 år.

### 2.3.2 Kalkudfældninger i elkedel

Ved opstart af hver måleperiode udleverede vi en ny elkedel til hver deltager. Efter hver måleperiode foretog vi en visuel beskrivelse af elkedlernes tilstand. Vi vurderede i forhold til 7 kategorier, hvor et stigende nummer indikerer en forværring af elkedlens tilstand (bilag 5.4 og Figur 2-7).



Figur 2-7. Fotos af elkedler kategoriseret efter den visuelle beskrivelse, fra vestre mod højre ses eksempler på kategori 1, 3, 5 og 6.



Figur 2-8. Effekt på 30 elkedler i perioderne med hårdt vand (blå) og blødere vand (grøn) efter en forsøgsperiode på ca. 3 måneder uden afkalkning (øverst). Fordeling af elkedlerne i forhold til antal kogninger (nederst).

Kategoriseringen viste, at 17 elkedler scorer en kategori fra 5 til 7 i perioden med hårdt vand sammenlignet med blot 3 kedler i perioden med blødere vand. Kategorierne 5 til 7 udgør 57% i perioden med hårdt vand men faldt til 10% i perioden med blødere vand.

Den nødvendige kraft for at lukke låget på de elkedler, der havde været i brug i de deltagende husstande blev målt med en nyudviklet metode (bilag 5.4 og (Engell, 2018)). Den krævede lukkekraft er gennemsnitlig højest i perioden med hårdt vand (18 g/kogning) i forhold til perioden med blødere vand (4 g/kogning). Dette indikerer, at jo større kalkafsætning, desto mere kraft skal der bruges for at lukke låget på elkedlerne. Det har formentlig en indvirkning på levetiden (Engell, 2018) og støtter antagelsen om, at elkedlers levetid kan være påvirket af vandets hårdhed.

Kalkudfældningerne i de 30 elkedler blev målt efter måleperiodernes ophør (bilag i 5.6). Vægten steg i gennemsnit med 1,6 g ( $\pm 0,6$ ) i perioden med hårdt vand og med 1,2 g ( $\pm 0,90$ ) i perioden med blødere vand (Tabel 2-10). Forskellen er ikke signifikant set i lyset af den høje standardafvigelse, som formentlig skyldes, at elkedlerne blev anvendt med forskellig hyppighed fra 3 til 334 kogninger og kalkens tendens til at løsne sig i større og mindre flager.

Antages det, at der i gennemsnit koges 1L per gang, er den gennemsnitlige kalkudfældning 24 mg/L med hårdt vand og 17 mg/L med blødere vand. Der er dermed en indikation for, at kalkudfældningen er lavere

ved det blødere vand, men den oplevede kalkafsætning vil ikke overraskende være stærkt afhængig af brugen af elkedlen.

*Tabel 2-10. Udfældninger afsat i 30 elkedler i perioden med hårdt og blødere vand samt de beregnede potentialer. Det antages, at der er kogt 1L vand hver gang, elkedlen har været brugt*

Kalkudfældning i elkedler	Hårdt vand	Blødere vand	Forskel (Før til Efter)
Vægt, gennemsnit (g)	1,6	1,2	-26%
Kogt vand, gennemsnit (L)	85	83	-2%
Kalkudfældning, gennemsnit (mg/L)	24	17	-29%
CCPP (mg/L) v/ 100 °C (åbent system)	273	81	-70%

Laboratorieanalyse af udfældninger i 5 elkedler viste, at det primært var kalk (90-100%) men også hematit/okker (0,003-0,1%) og dolomit (0,2-10%) (Tabel 2-11). Det kan derfor være væsentligt at tage dolomit med ved måling af udfældninger.

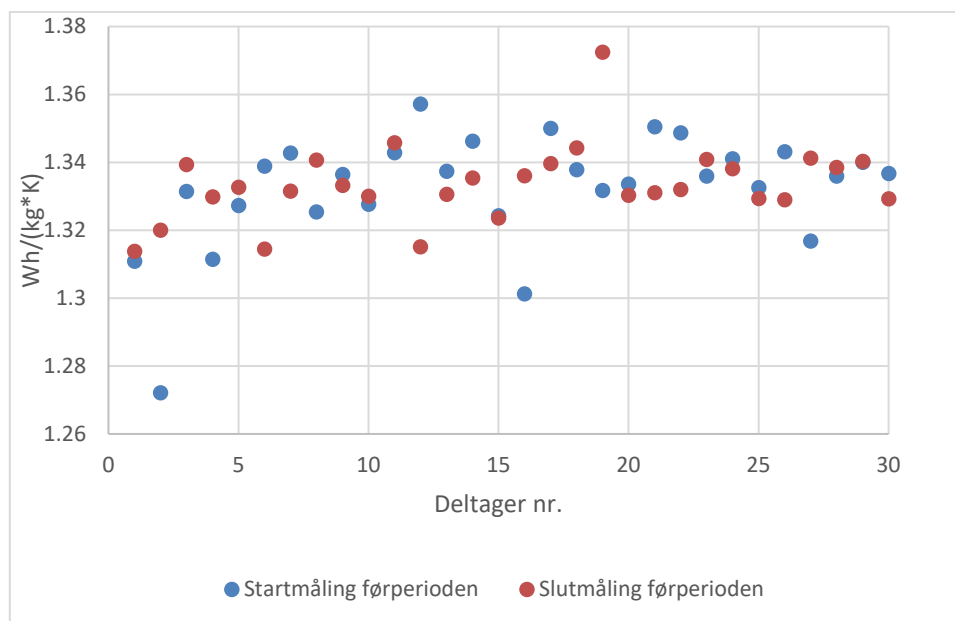
*Tabel 2-11. Sammensætning af mineraler i udfældningerne fra fem af elkedlerne fra perioden med hårdt vand.*

Elkedel	Kalk ( $\text{CaCO}_3$ )		Hematit/Okker ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )		Dolomit ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ )	
	Vægt (g)	%-del af udfældning	Vægt (g)	%-del af udfældning	Vægt (g)	%-del af udfældning
2	2,1	90	5,4E-4	0,02	0,22	9,6
5	0,2	95	3,3E-4	0,13	0,01	4,7
13	2,5	99,8	2,0E-4	2,8E-3	4,5E-3	0,18
19	1,9	95	9,5E-4	0,05	0,10	5,0
26	1,8	91	1,3E-3	0,06	0,19	9,4

### 2.3.3 Elforbrug til kogning af vand i elkedel og påvirkning af vandets hårdhed

For at måle kalkudfældningers eventuelle påvirkning af elforbrug til kogning af vand blev elkedlens elforbrug målt ved en standardiseret måling af 3 kogninger ved startbesøget og igen, da vi indhentede elkedlerne, det vil sige før og efter kalkudfældninger i perioden med hårdt vand (bilag 5.6).

Der er ikke observeret en forskel i elforbrug (udtrykt som den oplevede varmekapacitet) ved slutmålingerne i forhold til startmålingerne, og vi konkluderer, at kalkudfældninger ikke påvirker elforbruget til kogning af vand i elkedler (Figur 2-9).



Figur 2-9. Målt varmekapacitet for elkedler ved start og afslutning af forsøgsperioden. Hver prik angiver et gennemsnit for måling hos én deltager.

Vores resultater stemmer overens med tidligere undersøgelse (Valbjørn, 2017), som også viste, at elforbruget ikke stiger med øgede kalkudfældninger (bilag, 5.6). I tidligere studier er der antaget en reduktion på ca. 8% ved overgang fra hårdt til blødere vand (COWI, 2011). En undersøgelse af tidsforbruget til kogning af vand viste, at kalkudfældninger ikke forårsager en ændring i kogetid (Tabel 2-12).

Tabel 2-12. Målt tid til kogning af vand før og efter kalkudfældninger i perioden med hårdt vand. Data bygger på gennemsnitstal for de 30 private husholdninger, der deltager i projektet.

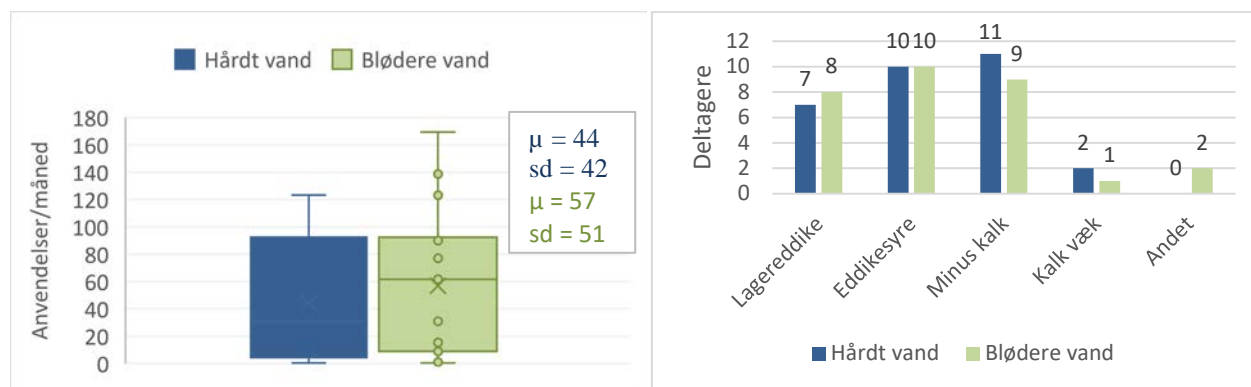
	September 2016 (før kalkudfældning)	December 2016 (med kalkudfældninger)
Opvarmningstid til 100 °C af 1L vand (sek.)	192 ±10	200 ±8
Temperatur af vand før kogning (°C)	22 ±2	18 ±3
Opvarmningsgradient (sek./°C)	2±0,1	2 ±0,1

#### 2.3.4 Målinger af kemiforbrug fra spørgeskema

De private deltagere fik spørgsmål om deres forbrug af husholdningskemi og deres adfærd relateret til kalk. Deltagerne blev spurgt i forbindelse med interviewet og det registreringsskema, som de udfyldte gennem observationsperioden (bilag 5.3). Resultaterne er opdelt i forbrug relateret til elkedel, kaffemaskine, opvaskemaskine, vaskemaskine og afkalkning af baderum.

##### Elkedel (interview)

Alle 30 deltagere fik udleveret en ny elkedel ved opstart af målingerne både i perioden med hårdt og blødere vand. Da elkedlen også var en del af målingen af hvor meget kalk, der udfælder i perioden, blev de bedt om ikke at afkalke den i registreringsperioden.

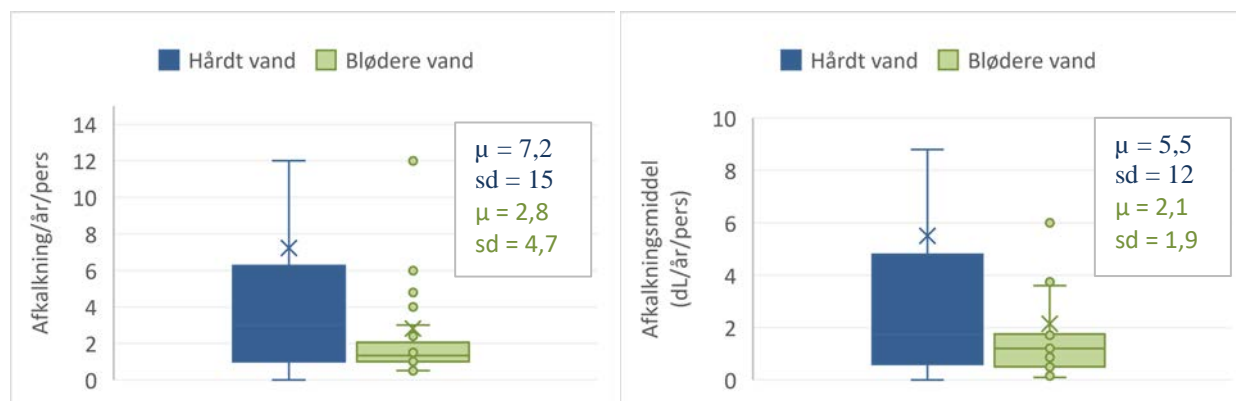


Figur 2-10. Elkedlers anvendelse (venstre) og type afkalkningsmiddel (højre). Oplysningen blev indhentet under interview ved opstart af registreringsperioden på 3 måneder.

I interviewene angav de fleste af deltagerne, at de anvender deres elkedel dagligt og gennemsnitligt 44 og 57 gange/måned i henholdsvis perioden med hårdt og blødere vand (Figur 2-10, tv). Der er stor variation i anvendelsen mellem flere gange dagligt til en gang per måned.

Det er primært eddikesyre, minuskalk og lagereddike, som deltagerne i målingen anvender til at afkalke deres elkedel (Figur 2-10, th). Der er ikke tegn på, at fordelingen af valgt afkalkningsmiddel ændres ved overgang til blødere vand.

De fleste deltagere fortalte, at afkalkningen af elkedlen normalt igangsættes, når der er store synlige kalkaflejringer, eller at det tager for lang tid at koge vand. Dette sidste er bemærkelsesværdigt, da vi ikke fandt, at der bruges mere tid til kogning med stigende kalkudfældning i elkedlen (Tabel 2-12).



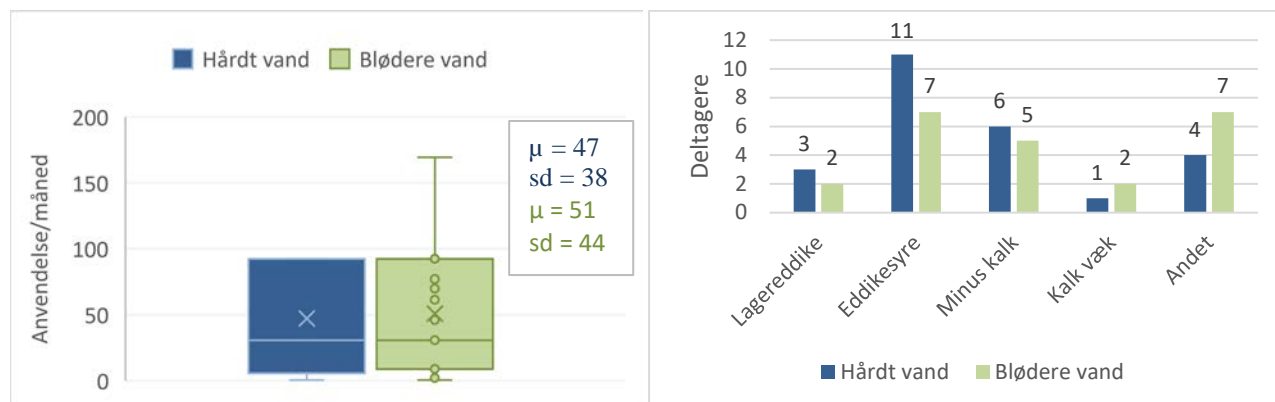
Figur 2-11. Elkedlers afkalkningsfrekvens (venstre) og mængde afkalkningsmiddel i elkedel (højre). Oplysningen blev indhentet under interview ved opstart af registreringsperioden på 3 måneder.

Deltagerne oplyste, at de afkalke elkedlen i gennemsnit ca. 7 gange/år/person i perioden med hårdt vand, mens denne afkalkningsfrekvens falder markant til ca. 3 gange/år/person i perioden med blødere vand (Figur 2-11, venstre). Det bemærkes, at standardafvigelsen på besvarelsene er cirka dobbelt så stor som middelværdien. Det forklares formentlig af den tilsvarende store variation i, hvor ofte elkedlen er i brug.

Det gennemsnitlige forbrug af afkalkningsmiddel til elkedlen reduceres fra 5,5 til 2,1 dL/år/person ved overgang fra hårdt til blødere vand (Figur 2-11, højre).

### Kaffemaskine (kun interview)

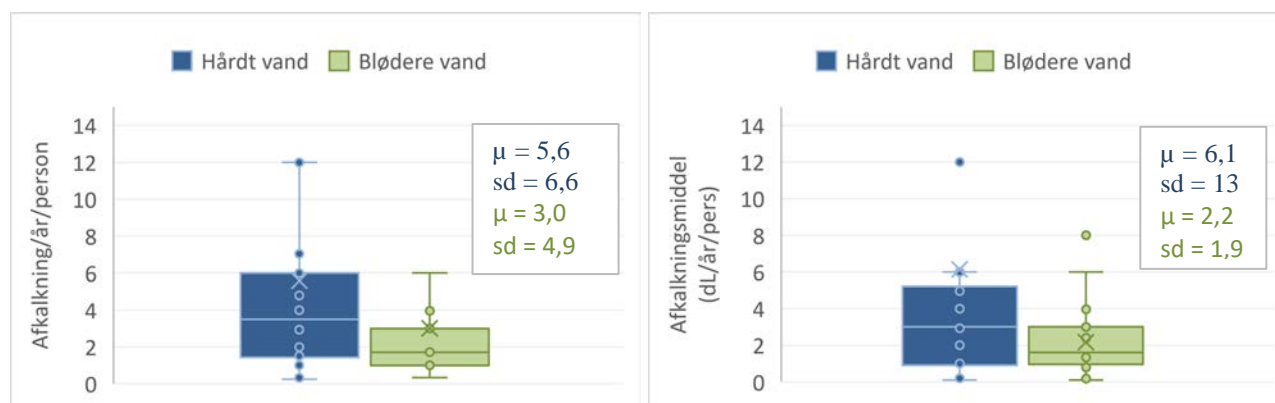
I perioden med hårdt vand havde 25 deltagere en kaffemaskine, mens antallet var 23 i perioden med blødere vand.



Figur 2-12. Kaffemaskiners anvendelse hyppighed fra interviewskema (venstre) og type afkalkningsmiddel (højre). Oplysningen blev indhentet under interview ved opstart af registreringsperioden på 3 måneder.

De fleste deltagere anvender kaffemaskinen dagligt med et gennemsnitligt antal anvendelser på 47 gange/måned for perioden med hårdt og 51 gange/måned for blødere vand. Variation mellem de to perioder kan skyldes deltagerne ikke er helt de samme. Eddikesyre, Minuskalk og Lagereddike er de foretrukne afkalkningsmidler.

Vi spurgte deltagerne, hvad der initierer afkalkning af deres kaffemaskine. De fleste svarede, at afkalkningen igangsættes, når der er store synlige kalkaflejringer, eller at det tager for lang tid at brygge kaffe.



Figur 2-13. Kaffemaskiners afkalkningsfrekvens (venstre) og mængde afkalkningsmiddel (højre). Oplysningen blev indhentet ved interview i forbindelse med opstart af registreringsperioden på 3 måneder.

Deltagerne afkalker i gennemsnit kaffemaskinen ca. 6 gange/år/person i perioden med hårdt vand, mens afkalkningsfrekvensen falder til ca. 3 gange/år/person i perioden med blødere vand (Figur 2-13). Variationen på besvarelsene er igen høj, hvilket igen forklares med, at der er stor forskel på, hvor ofte kaffemaskinen anvendes samt det lave antal observationer.

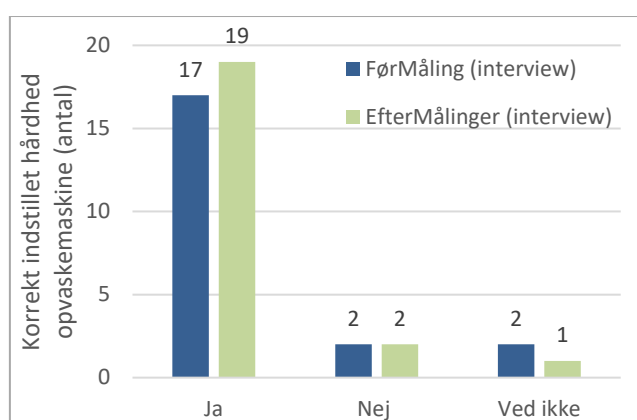


For kaffemaskinen reduceredes det rapporterede forbrug af afkalkningsmiddel fra gennemsnitligt ca. 6 til ca. 2 dL/år/person ved overgang fra hårdt til blødere vand (Figur 2-13).

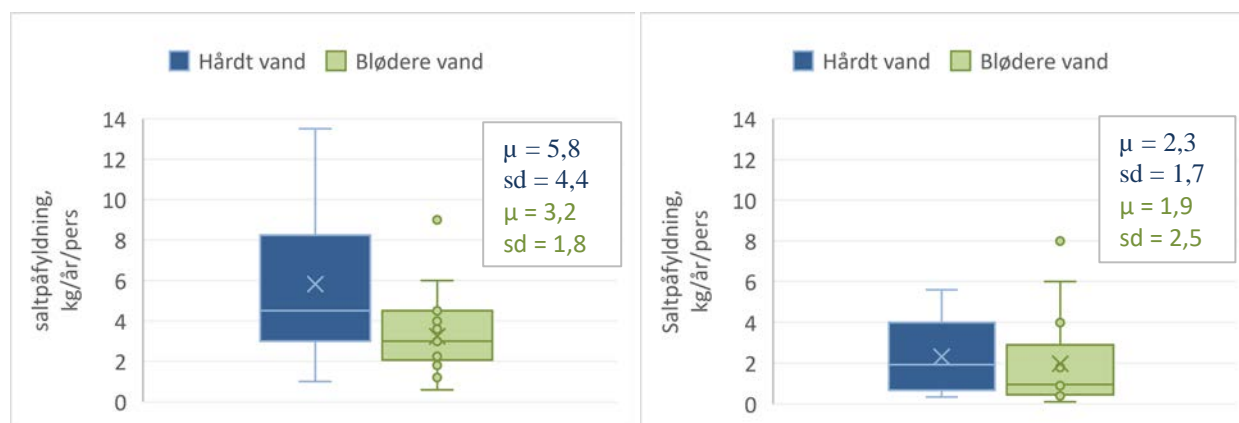
### Opvaskemaskine (interview- og registreringsskema)

I perioden med hårdt vand havde 21 deltagere en opvaskemaskine, og 22 i perioden med blødere vand.

I hårdtvandsperioden havde 17 ud af 21 deltagere indstillet opvaskemaskinen til korrekt hårdhed, hvilket er vigtigt for at maskinen efterspørger salt når nødvendigt. I blødere vand-perioden gjaldt det 19 ud af 22 deltagere (Figur 2-14). Af de 30 deltagende husstande havde 14-19% ikke indstillet opvaskemaskinen korrekt efter vandets hårdhed.



Figur 2-14. Opvaskemaskiners indstilling efter vandets hårdhed.

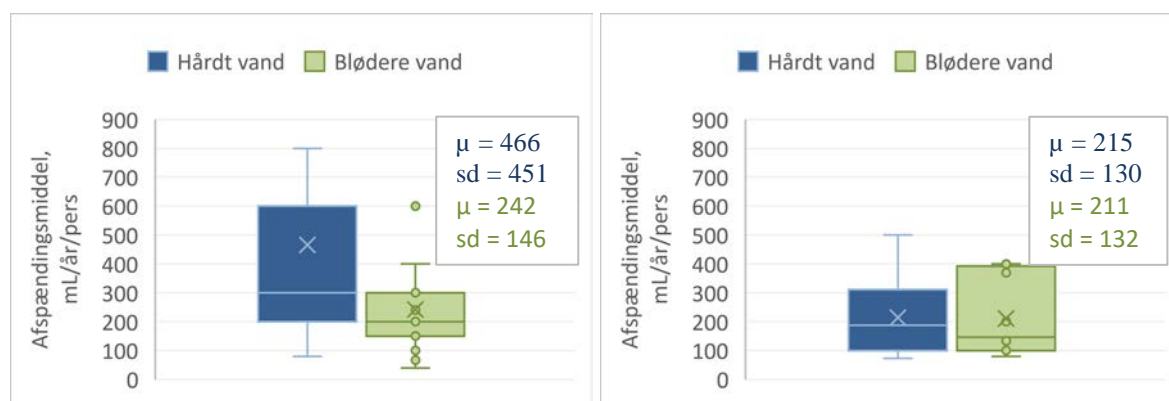


Figur 2-15. Opvaskemaskiners saltforbrug ved opstart af observationsperioderne og det registrerede forbrug under de 3-måneders observationer.

Ifølge interview af deltagerne reduceres saltforbruget i opvaskemaskinen i gennemsnit fra 5,8 til 3,2 kg/år/person svarende til 45% (Figur 2-15) ved overgang fra hårdt til blødere vand. Interviewene blev foretaget inden registreringsperioden start og er dermed et udtryk for, hvor meget salt deltagerne huskede at de påfyldte.

Registreringen af saltpåfyldning viser dels et lavere forbrug af salt end oplyst i interviewene, og dels en mindre forskel i forbruget mellem perioderne med og uden hårdt vand (Figur 2-15). Ifølge registreringsskemaerne reduceres saltforbruget fra 2,3 til 1,9 kg/år/person svarende til 17% (Figur 2-15) i mellem perioderne med hårdt og blødere vand.

Ifølge interview af deltagerne i målingen falder forbrug af afspændingsmiddel til opvaskemaskinen fra 466 til 242 mL/år/person svarende til 48% (Figur 2-16) ved overgang fra hårdt til blødere vand. Igen viser husholdningernes registrering af afspændingsmiddel et generelt lavere forbrug og en markant mindre ændring i forbruget mellem perioden med hårdt vand og perioden med blødt vand på 2% (Figur 2-16).



Figur 2-16. Opvaskemaskinens afspændingsmiddelforbrug ved opstart af registreringsperioderne og det registrerede forbrug under de 3 måneders observationer.

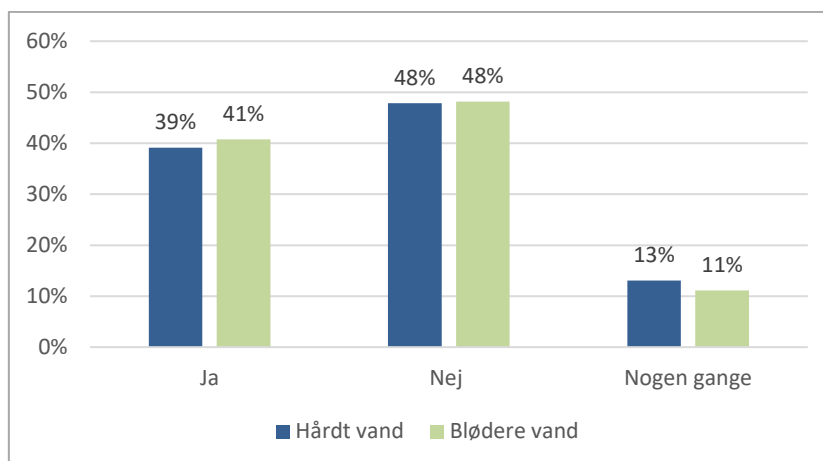
Der er forskelle på målingerne foretaget i henholdsvis interview og registrering for saltforbrug og afspændingsmiddel. For eksempel svarede alle i interviewdelen, mens kun 11 ud af 21 registrerede deres forbrug over 3 måneder. Dette kan skyldes, at registreringen var besværlig, fx fordi skemaet var svært at placere i forbindelse med køkkenvaskområdet, hvor pladsen ofte er trang.

Forbrug af både salt og afspændingsmiddel reduceres ved overgang fra hårdt til blødere vand. Dog er standardafvigelsen høj på både interview og registreringer, hvilket sandsynligvis skyldes forskelle i type af opvaskemaskine og produkt (salt og afspændingsmiddel).

Resultaterne for saltforbrug mv i husholdningerne illustrerer, at der er en væsentlig usikkerhed forbundet med at huske og/eller registrere saltforbruget og formentlig også de øvrige forbrug i husholdningen. Ændringerne i husholdningskemiforbrug som følge af blødgøring er generelt nedadgående på tværs af undersøgelsen i de private husholdninger. De må dog alene betragtes som en indikation på en generel reduktion af husholdningskemiforbruget.

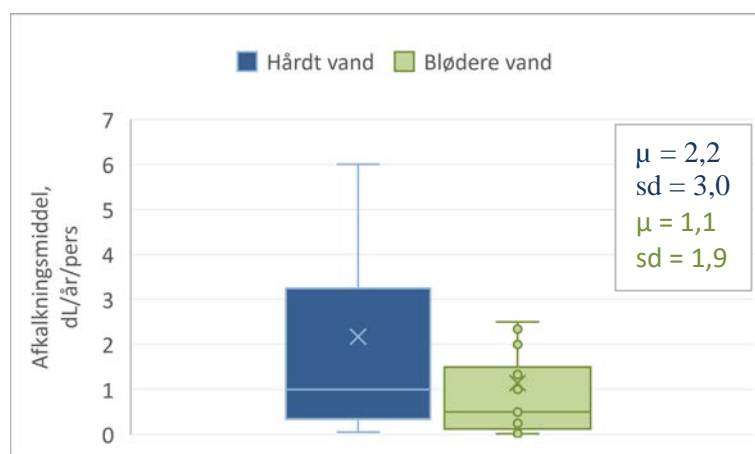
### Vaskemaskine (interview- og registreringsskema)

I perioden med hårdt vand havde 23 af deltagerne en vaskemaskine, mens 27 havde vaskemaskine i perioden med blødere vand.



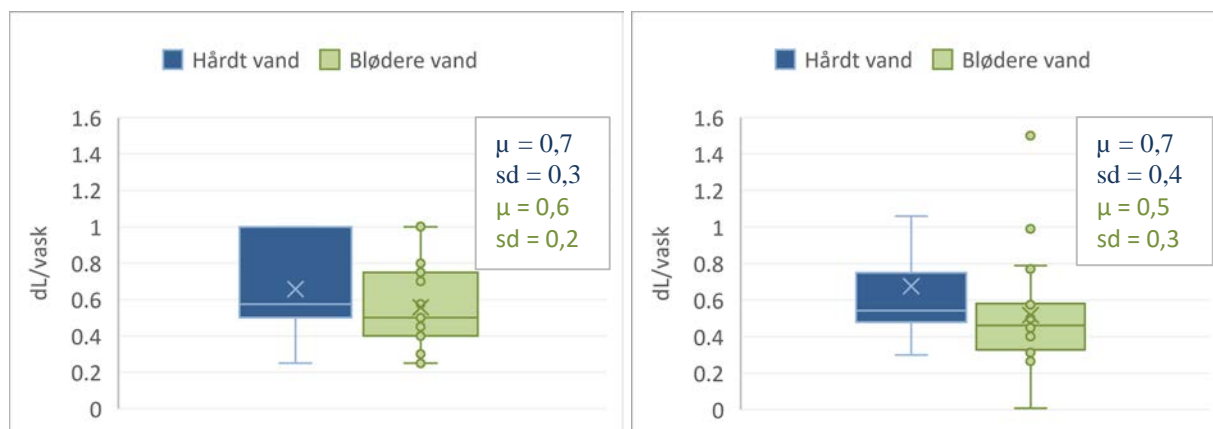
Figur 2-17. Vaskemaskiner - besvarelser i interviewskema på spørgsmålet, om deltagerne doserer efter anvisning på vaskemiddel?

Spurgt til, om deltagerne doserer efter anvisning på vaskemiddelpakken, svarer ca. 40% ja i begge perioder (Figur 2-17).



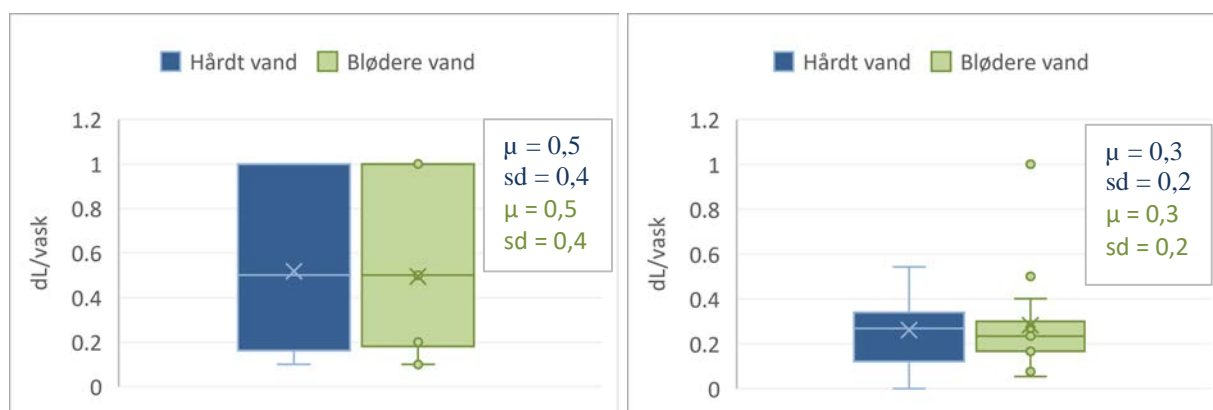
Figur 2-18. Vaskemaskine – besvarelse i interviewskema om anvendelse af afkalkningsmiddel og kalkbindere.

I perioden med hårdt vand er det 87% af deltagerne med vaskemaskine, mens det er 81% i perioden med blødere vand, der anvender afkalkningsmiddel eller kalkbindere (fx Minus Kalk) i deres vaskemaskine, enten ved hver vask eller efter behov. De, som anvender afkalkningsmiddel, fortæller om en halvering i anvendelsen af afkalkningsmiddel ved overgang fra hårdt til blødere vand. Variationen på målingerne er høj på grund af forskellige typer af afkalkningsmidler og dermed også forskellige doser. Der er en klar indikation på et lavere forbrug af afkalkningsmiddel ved overgangen til blødere vand.



Figur 2-19. Vaskemaskine – forbrug af vaskemiddel per vask i interview (venstre) og registreringsskema (højre).

Ifølge målingen fra interviewskema falder forbruget af vaskemiddel fra 0,7 til 0,6 dL/vask (14%). Ifølge registreringsskema er der en lidt større reduktion fra 0,7 til 0,5 dL/vask (29%).



Figur 2-20. Vaskemaskine – forbrug af skyllemiddel i interview (venstre) og registreringsskema (højre).

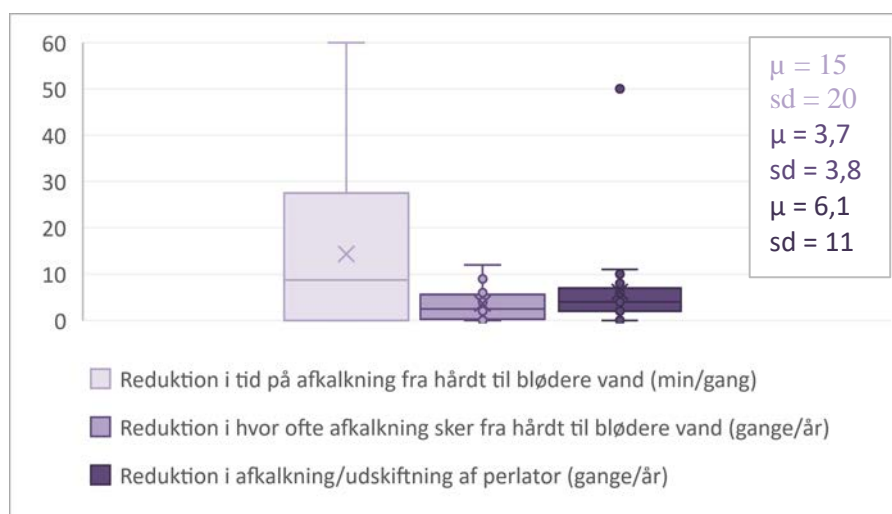
Hverken interview- eller registreringsskema viste nogen reduktion af brug af skyllemiddel, hvilket indikerer, at deltagernes skyllemiddelforbrug ikke afhænger af vandets hårdhed. I antropologiundersøgelsen kom det dog frem, at deltagerne oplever de bruger mindre skyllemiddel (bilag 6.2).

Tilbage meldingen ved besøgene hos deltagerne var, at det var let og overskueligt både at svare på spørgsmål vedrørende vaskemiddel- og skyllemiddelforbrug samt at registrere forbruget. Dette forklarer formentlig, at der er en tættere sammenhæng mellem interviewsvarerne og det registrerede forbrug for vaskemiddel mv i forbindelse med tøjvask end ved forbrug relateret til opvaskemaskinen.

### Afkalkning af baderum mv. (interview- og registreringsskema)

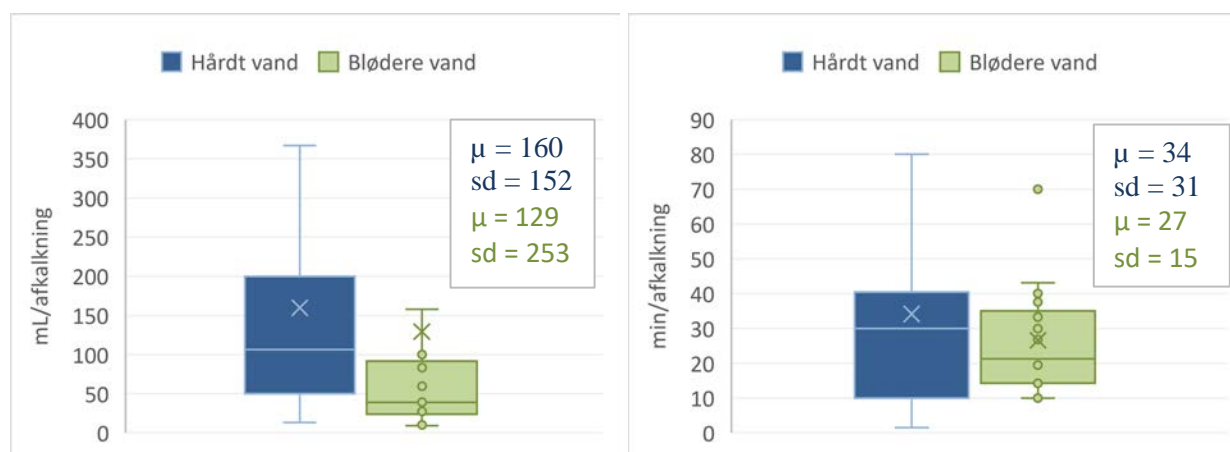
De fleste deltagere afkalker baderum samtidig med, at de gør rent. Derfor har det for deltagerne været udfordrende at svare på forbrug af middel og tid på afkalkning. 17 ud af 30 deltagere svarede på, hvor meget afkalkningsmiddel de bruger. 15 ud af 30 svarede på tidsforbrug på afkalkning i perioden med hårdt vand. I perioden med blødere vand opnåede vi 19 ud af 30 besvarelser både angående afkalkningsmiddel og tid. Deltagerne foretrak at svare på reduktion i afkalkningstid og frekvens af afkalkning af perlatorer

snarere end at opgøre reelt tidsforbrug i de to perioder. Derfor er målinger for afkalkning vist som reduktion mellem de to perioder (Figur 2-21).



Figur 2-21. Deltagernes oplysninger om reduktion af tid brugt på afkalkning, frekvens og afkalkning af perlatorer ved overgang fra hårdt til blødere vand.

Deltagerne (20 besvarelser ud af 30 mulige) vurderede tid og forbrug af afkalkningsmiddel i forhold til afkalkning af baderum, toilet, armaturer, perlatorer, fliser og andet. Baseret på deres besvarelser ved interviewene er der estimeret en reduktion i tid brugt på afkalkning på 15 minutter/gang, en reduktion i frekvens for afkalkning på 3,7 gange/år og frekvens på afkalkning eller udskiftning af perlatorer på ca. 6,1 gange/år ved overgang fra hårdt til blødere vand.



Figur 2-22. Resultater fra registreringsskema af hvor meget og hvilket afkalkningsmiddel, der anvendes, hvor meget tid der bruges på afkalkning.

Ud af de besvarelser, vi fik ind med registreringsskemaerne (Figur 2-22), er mængden af afkalkningsmiddel faldet fra 160 til 129 mL/afkalkning, og tiden brugt på afkalkning er reduceret fra 34 til 27 minutter per afkalkning ved overgangen til blødere vand.

### 2.3.5 Opsamling på tekniske målinger hos private deltagere

Målingerne hos private deltagere (2.3.1 – 2.3.4) er opsamlet og sammenlignet med estimater fra andre danske studier (Tabel 2-13).

De første kolonner i Tabel 2-13 viser, hvilket område i husholdningen målingen henfører til (fx elkedel), hvad der er målt (fx udfældninger i mg per liter kogt vand), og hvordan målingen var ved hårdt og blødere vand (fx 24 og 17 mg/L). Ud fra de to målinger ved forskellig hårdhed er reduktionen beregnet i både samme enhed som målingen (fx mg/L) og derefter i procent.

#### Målingernes robusthed

*Robusthed* er her defineret som et kvalitativt skøn for reproducerbarhed af målingen. Vurderingen kan enten være høj, mellem eller lav.

Elkedel og kaffemaskine: Målingen af udfældninger kræver, at hårdheden er konstant. I perioden med blødere vand var der korte perioder, hvor der blev forsynet med en hårdhed over 10-12 °dH. Kogninger med vand med højere hårdhed resulterer i flere udfældninger end med blødere vand, og derfor har den fået vurderingen *mellem*. Den visuelle beskrivelse er vurderet *mellem*, da metoden er udviklet i dette arbejde og dermed ikke har været anvendt tidligere. Måling af elforbrug er foretaget med en el-bimåler (SparOmeter), som er en anerkendt og valideret målemetode og derfor vurderet *høj*. Afkalkningsfrekvens og -mængde beror på information fra interview af deltagerne, som de relativt nemt svarede på, og dermed vurderes *høj*.

Opvaskemaskine og vaskemaskine: Oplysning om forbrug af salt og afspændingsmiddel til opvaskemaskine i interview forløb umiddelbart nemt, og derfor er robustheden vurderet *høj*. Deltagerne havde sværere ved at registrere påfyldning af salt og afspændingsmiddel i registreringsperioderne. Årsag til det kan være, at skemaet ikke var i nærheden af opvaskemaskinen, som jo ofte er placeret i forbindelse med køkkenvaskområdet, hvor pladsen er begrænset. Derudover skulle deltagerne aflæse på afspændingsmiddel og saltposen, hvor meget der var brugt. Skulle forsøget gentages, vil det være en bedre idé at give dem en fast mængde salt og afspændingsmiddel og ved forsøgets afslutning aflæse, hvor meget der er tilbage, og derved beregne forbruget.

For vaskemaskiner forløb indsamlingen af data fra interview og registreringsskema nemt, og registreringerne var generelt udfyldt med omhu. Derfor betragtes disse målinger som værende af *høj* robusthed.

Afkalkning: Vi oplevede at besvarelse af spørgsmål om forbrug af afkalkningsmiddel mængde og -tid var vanskeligt både i interview og registrering. Fjernelse af udfældninger gennem afkalkning opleves som en del af rengøring og kan dermed ikke adskilles. Dog var der en del steder fokus på afkalkning eller udskiftning af perlatorer, som viste sig at være en aktivitet, som mange foretager jævnligt uafhængigt af rengøring.

# Før- og efter målinger af effekter af blødgøring i Brøndby

Tabel 2-13. Oversigt over målinger af effekter af blødgøring udført hos de private husholdninger i Brøndby.

Område	Måling	Robust hed af måling	Type <sup>1</sup> (R, I , O)	Hårdt vand (20-22° dH)	Blødere vand (10-12° dH)	Reduktion %		Tidligere estimater Forventet reduktion		
								COWI 2011	Rambøll 2017	Deloitte 2015
Elkedel	Udfældninger (mg/L)	Mellem	O	24	17	7	29	-	-	-
	Visuel beskrivelse (klas.4-7) (%)	Mellem	O	77	33	44	57	-	-	-
	Elforbrug (Wh/(kg*C))	Høj	O	1,33	1,33	0	0	10 <sup>a</sup>	0	0
	Afkalkningsfrekvens (gange/år/pers)	Høj	I	7,2	2,8	4,4	61	-	-	-
	Afkalkningsmængde (dL/år/pers)	Høj	I	5,5	2,1	3,4	62	4	4,7 <sup>b</sup>	4
	Levetid (år)	Høj	I	4,9	-	-	-	(7) <sup>c</sup>	(7) <sup>c</sup>	0
Kaffemaskine	Afkalkningsfrekvens (gange/år/pers)	Høj	I	5,6	3,0	2,6	46	-	-	-
	Afkalkningsmængde (dL/år/pers)	Høj	I	6,1	2,2	3,9	64	4	4,7 <sup>b</sup>	4
	Levetid (år)	Høj	I	5,7	-	-	-	(7) <sup>c</sup>	(7) <sup>c</sup>	0
Opvaskemaskine	Saltpåfyldning (kg/år/pers)	Mellem	I	5,8	3,2	2,6	45	-	0,5	0
	Afspændingsmiddel (mL/år/pers)	Mellem	R	2,3	1,7	0,6	26	-	-	-
		Mellem	I	466	451	15	3	-	-	-
		Mellem	R	215	211	4	2	-	-	-
	Levetid (år)	Høj	I	8,9	-	-	-	(10) <sup>c</sup>	(10) <sup>c</sup>	0
Vaskemaskine	Afkalkningsmiddel (dL/år/pers)	Høj	I	2,2	1,1	1,1	50	-	-	-
	Vaskemiddel (dL/vask)	Høj	I	0,7	0,6	0,1	14	3,5 <sup>d</sup>	3,7 <sup>d</sup>	3,5 <sup>d</sup>
		Høj	R	0,7	0,5	0,2	29	-	-	-
		Skyllemiddel (dL/vask)	Høj	I	0,5	0,5	0	0	-	-
	Høj		R	0,3	0,3	0	0	-	-	-
	Levetid (år)	Høj	I	9,7	-	-	-	(10) <sup>c</sup>	(10) <sup>c</sup>	2
Afkalkning	Tid på afkalkning (min/afkalkning)	Lav	I	-	-	15	-	0	0	- <sup>e</sup>
	Afkalkningsfrekvens (gange/år)	Lav	I	-	-	4	-	0	0	-
	Afkalkn./udskift perlator (gange/år)	Mellem	I	-	-	6	-	-	-	-
	Afkalkningsmiddel (mL/afkalkning)	Lav	R	160	129	31	19	-	-	-
	(L/år) <sup>e</sup>	Lav	R	2,8	1,2	1,6	60	0,8	0,9	0,8
	Tid på afkalkning (min/afkalkning)	Lav	R	34	27	7	21	0	0	- <sup>e</sup>

<sup>1</sup>Oprindelse af data. R: registreringsskema I: interviewskema O: observation.

<sup>a</sup>Enheden er MJ/person/år. <sup>b</sup>Er angivet for elkedel og kaffemaskine sammen og afkalkningsmiddel antages ligeligt fordelt over de to apparater. <sup>c</sup>Forventet levetid ved hårdt vand.

<sup>d</sup>Reduktion i forbrug af vaskemiddel er angivet i kg/person/år og kan ikke sammenlignes med målinger opgjort i dL. Dog har referencerne en reduktion på hhv. 40 og 33%. <sup>e</sup>Der angives en prissætning, men ikke hvor meget forbrugertid der spares.

## Sammenhænge mellem observationer og tidligere estimater

Der tegner sig et billede af, at den husholdningskemi og det tidsforbrug, vi har observeret, blev reduceret ved overgangen fra hårdt til blødere vand i Brøndby. På grund af det begrænsede antal deltagere og usikkerhed forbundet med at huske sit forbrug og udfordring med en konsekvent registrering bør de enkelte målinger fortolkes med forsigtighed. Der er dog generelt tale om en bekræftelse af flere af de antagelser, der tidligere har været gjort om besparelser i husholdningen.

I elkedler giver kalkudfældninger ikke et øget elforbrug. COWI (2011) havde tidligere estimeret et øget elforbrug på 10 MJ/person/år. Vi fandt en besparelse på 3,4 dL/år/person afkalkningsmiddel, hvilket stemmer overens med COWI (2011), Rambøll (2017) og Deloitte (2015), der estimerer hhv. 4, 4,7 og 4 dL/år/person. Hvad angår levetid af elkedlen viser oplysningerne fra Brøndby en lavere gennemsnitslevetid på ca. 5 år i perioden med hårdt vand i forhold til antagelserne i COWI (2011) og Rambøll (2017), som regnede med 7 år. En eventuel forlænget levetid af elkedlen med blødere vand kan først måles om nogle år.

Også for kaffemaskiner er den observerede reduktion i afkalkningsmiddel på niveau med tidligere estimater, mens levetid med hårdt vand er ca. 1,3 år kortere end tidligere estimater.

For opvaskemaskiner målte vi en saltforbrugsreduktion på 2,6 kg/år/person (45%) i interviewskema og noget lavere i registreringsskema (26%). Reduktionen (2,6 og 0,6) er højere end Rambøll (2017), som estimerer 0,5 kg/år/person. Afspændingsmiddel har vi set reduceret med 4 til 15 mL/år/person, og denne besparelse er ikke opgjort i de tidligere opgørelser. Levetid for opvaskemaskine (8,9 år) er 1 år lavere end tidligere referencers estimat på 10 år.

Vaskemaskiners forbrug af afkalkningsmiddel er ikke opgjort i tidligere studier, men er her fundet til at blive reduceret med ca. 1 dL/år/person og er dermed en mulig yderligere besparelse for husholdningen. Vaskemiddelforbrug blev reduceret med 0,1-0,2 dL/vask svarende til 14-29%. Til sammenligning finder tidligere studier en reduktion på 33-40%. Da type af vaskemiddel varierede meget (pulver, flydende, kapsel) er det ikke forsøgt at omregne 0,2 dL/vask til kg/år/person, men en reduktion på 14-29% vurderes at være retvisende. Vi observerede ikke en reduktion af skyllemiddelforbrug. Levetiden for vaskemaskine er 9,7 år i perioden med hårdt vand (22 °dH), hvilket stemmer overens med COWI (2011) og Rambøll (2017).

Tid til afkalkning reduceres med 15 eller 7 minutter per afkalkning fra hhv. interview og registrering, hvilket i tidligere studier er sat til 0. Frekvensen af afkalkning er i registreringen ikke reduceret, hvilket kan skyldes, at afkalkning sker samtidig med rengøring. Interviews viser, at tilkalkning af perlatorer er en effekt som deltagerne ofte fremhæver (Figur 2-21). Målingerne fandt, at forbrug af afkalkningsmiddel reduceres med 1,6 L/år, hvilket stemmer nogenlunde overens med COWI (2011) og Deloitte (2015) og Rambøll (2017).



### 2.3.6 Antropologundersøgelse gennem interview af private husholdninger

Antropologundersøgelsen for private er lavet på baggrund af 15 dybdegående interviews og observationer i deltageres hjem (40-90 minutter) med i alt 20 deltagere. De 15 interviews repræsenterer både beboere i parcelhuse, rækkehuse og almene lejligheder, pensionerede som arbejdende, kvinder og mænd og enlige såvel som børnefamilier. De 15 interviews fokuserer på de private forbrugeres oplevelser med og forventninger til blødere vand, dvs. undersøgelsen omhandler især de ikke-quantificerbare effekter. Tilgangen i analysen såvel som interviews er holistisk, hvilket betyder, at det blødere vand sættes i relation til, hvordan deltagerne lever deres liv, deres materielle rammer, hvordan de forstår sig selv, deres værdier samt deres valg i relation til det blødere vand. Der er således ikke bare fokus på de økonomiske aspekter, men på alle aspekter ved det blødere vand, der har betydning for de forskellige deltagere i undersøgelsen. Undersøgelsen er gennemført ca. et halvt år efter lanceringen af blødere vand, og flere af deltagerne pointerer i interviewene, at de forventer at opleve effekter, som de endnu ikke har kunnet registrere så kort tid efter, f.eks. effekter som længere levetid på husholdningsapparater, rør og installationer.

Den samlede rapport over antropologundersøgelsen for private forbrugere fremgår af bilag 6.2. For en gennemgang af metode og eksempel på interviewguide se bilag 6.3. Alle interviews med private forbrugere er anonymiserede.

Resultatet af antropologundersøgelsen blandt private forbrugere viser, at de interviewede oplever, at blødere vand især er vigtigt for dem, fordi det betyder en positiv miljøpåvirkning i form af mindre forbrug af kemikalier og rengøringsmidler i hjemmet. Derudover vægter de deres mindre tidsforbrug og slid med afkalkning samt længere levetid af husholdningsmaskiner. Derimod hæfter de sig mindre ved de økonomiske aspekter ved blødere vand, så som merprisen for vand (ca. 2 kr./m<sup>3</sup> vand) eller sparede udgifter til vaskemidler, sæbe, rengøringsmidler m.v.

Nedenfor præsenteres opsummeringen af de private forbrugeres oplevede effekter og forventninger til det blødere vand (se desuden Bilag 6.2, side 36-38):

- Miljøgevinst vigtigst for deltagerne: Samtlige deltagere mener, at den positive miljøpåvirkning af blødere vand er den største eller en af de største gevinster. Det er vigtigere for dem end en økonomisk besparelse. Alle 15 deltagende husstande giver udtryk for, at de er villige til at betale ekstra for det blødere vand pga. den positive miljøpåvirkning. Det gælder også de to deltagere, som ikke mener, at de personligt har nogen fordele ved blødere vand.
- Økonomiske besparelser: Flere deltagere påpeger, at de ikke kan observere, om de rent faktisk sparer penge på blødere vand, dels fordi de ikke holder regnskab med indkøb af sæbe, afkalkningsmidler mv., og dels fordi mange ikke betaler for deres eget vandforbrug og derfor ikke vil observere en stigning i vandprisen. Et flertal har dog registreret, at de bruger mindre shampoo, sæbe og vaskemiddel, og de slutter sig til heraf, at det må resultere i besparelser.
- Længere levetid: Deltagerne i undersøgelsen har svært ved umiddelbart at beregne, hvor mange penge længere levetid på husholdningsinstallationer og -maskiner samt varmtvandsanlæg kan omsættes til. Men de har forventninger til, at det netop er inden for disse områder, at de vil kunne realisere en økonomisk besparelse. Nogle deltagere overvejer at udskifte deres toilet, før det er defekt, for i fremtiden at kunne slippe for at se på en misfarvet toilet-kumme. De fleste giver udtryk for, at de ikke vil udskifte deres vaske- eller opvaskemaskine, før maskinen er gået helt i stykker og

ikke blot udskifte den, fordi der er kommet en smartere model på markedet. Det samme gør sig gældende for kaffemaskiner, men derimod ikke for elkedler, som enkelte deltagere vælger at udskifte, når de finder et godt tilbud eller en nyere model. Endvidere er der flere deltagere, der nævner, at de forventer, at der i fremtiden vil forekomme sjældnere udskiftning af tilkalkede rør og stigstrenger, som vil give dem en besparelse på længere sigt.

- Tidsforbrug på afkalkning: Travle børnefamilier får mest gavn af blødere vand. Undersøgelsen peger på, at husstande, der kontinuerligt holder kalken væk ("folk der holder rent"), ikke har en oplevelse af at vinde tid på mindre afkalkning, hvorimod dem, der afkalder sjældnere og kun gør rent, når de vurderer, at der er behov for det ("folk der gør rent"), har en opfattelse af en stor gevinst ved blødere vand. Tendensen blandt de 15 husstande er, at de førstnævnte er pensionister og familier med fraflyttede børn, mens de sidstnævnte er familier med hjemmeboende børn. Børnefamilierne har en oplevelse af at bruge mindre tid på afkalkning med blødere vand, tid de kan omsætte til vigtige sociale aktiviteter. Derudover er det formentlig blandt børnefamilierne, at folk vil opleve en besparelse i form af længere levetid på vaske- og opvaskemaskine og færre udgifter til vaskemiddel, da disse maskiner bruges dagligt og slides hurtigere end hos enlige og familier uden hjemmeboende børn.
- Effekter opleves forskelligt i familier: Effekterne af blødere vand opleves forskelligt af deltagerne. Det gælder også inden for den samme husstand, idet nogle familiemedlemmer slet ikke oplever de effekter, som andre medlemmer synes er meget væsentlige. Dette skyldes forskellighed i forhold til de materielle rammer, folks livsfaser og livsstil samt arbejdsdelingen i hjemmet. F.eks. er der markante forskelle på kvinders og mænds oplevelser af blødere vand, som knytter sig til arbejdsdelingen i hjemmet. Folks forskellige oplevelser af betydning og værdi af det blødere vand afhænger desuden af, hvad de finder interessant, væsentligt, og hvad de kan lide. Én effekt ænses ikke af den ene, mens den er meget vigtig for en anden. Med blødere vand er det f.eks. nemmere at holde hjemmet pænt og rent. Dette har især betydning for kvinder, som oplever stress ved uventede gæster, hvis badeværelset ikke tager sig ordentligt ud. Endvidere fremhæver nogle deltagere, mest mænd, at det blødere vand vil betyde, at der sjældnere vil være behov for at have håndværkere gående i hjemmet i og med at rør og toiletter og armaturer kalker mindre til.
- Fysisk velvære: Af positive effekter nævnes især mindre tør hud, blødere hår og bedre smag af vandet, som gør, at de i dag drikker mere postevand. Af negative effekter nævner enkelte deltagere, at de kan være nervøse for, om der kan være langsigtede sundhedsmæssige effekter af blødgøringsprocessen, og de ønsker at vide, om HOFOR har undersøgt dette grundigt nok forud for lanceringen.
- Adfærdsændringer: Mindre brug af sæbe og shampoo er nemmere for de forbrugere, som har tidligere erfaring med blødere vand. Adfærdsændringer i forhold til brug af vaskemiddel sker ligeledes hyppigere blandt forbrugere, der er blevet bevidst om det blødere vand fordi de tydeligt kan se, smage eller mærke det. Nogle forbrugere bliver ikke opmærksomme på blødere vand, med mindre de bliver informeret herom. Det har f.eks. betydning i forhold til forbrugeradfærd omkring indstilling af opvaskemaskiner og mindre brug af vaskemiddel.

### 2.3.7 Oversigt over tekniske målinger og antropologundersøgelse hos private husholdninger

I Tabel 2-14 er målinger og undersøgelser hos private opsamlet. Den tekniske måling af elforbrug til kogning af vand afkræfter et tidligere estimat, mens resten bekræfter tidligere estimater, finder en større eller ny effekt i forhold til tidligere estimeret. Antropologundersøgelsen finder nye effekter, som ikke tidligere er estimeret, som f.eks. forbrugeroplevelsen af at nedsætte belastning af miljøet og tidsforbrug til at fjerne kalkudfældninger, mm. Nogle af de tekniske målinger kan styrkes ved flere målinger, f.eks. levetiderne af husholdningsapparater med blødere vand.

Tabel 2-14 er samlet med målinger og undersøgelser hos erhverv i resuméet og konklusionen.

*Tabel 2-14. Oversigt over effekter af blødere vand for private husholdninger. En effekt kan have kryds i flere kolonner, f.eks. hvis tidligere studier har estimeret effekt forskelligt. Grøn farve betyder, at effekten er reduceret ved overgang fra hårdt til blødere vand i tråd med eller større end tidligere estimater, rød at den er fundet mindre. Forbrugeroplevelser har reducerede og forstærkede effekter, derfor er de uden farve. Blå farve indikerer at effekten kan styrkes ved flere målinger.*

Område	Måling	Ny effekt – ej tidl. estimeret	Større effekt end tidl. estimeret	Verificerer tidl. estimat	Ingen effekt - tidl. estimeret	Kan styrkes ved flere målinger
<b>Private husholdninger</b>	Elkedel	El-forbrug			X	
		Afkalkningsmængde		X		
		Levetid (hårdt vand)	X			X <sup>2</sup>
	Kaffemaskine	Afkalkningsmængde		X		
		Levetid (kun hårdt vand)	X			X <sup>2</sup>
	Opvaskemaskine	Reduktion af saltforbrug	X			
		Reduktion af afspændingsmiddelforbrug	X			
		Levetid (hårdt vand)		X		X <sup>2</sup>
	Vaskemaskine	Afkalkningsmiddel	X			
		Vaskemiddel		X		
		Levetid (kun hårdt vand)		X		X <sup>2</sup>
	Afkalkning	I forbindelse med rengøring		X <sup>3</sup>		
		Perlatorer	X			
	Forbrugeroplevelser	Miljø, tidsforbrug, maskiners levetid, mm.	X			

### 3 Konklusion og perspektivering

#### Konklusion

Vi har undersøgt centrale effekter af central blødgøring hos erhverv og private husholdninger i en periode med hårdt vand og i en periode med blødere vand i Brøndby. Sammenlignet med tidligere studier bekræfter vores observationer og målinger generelt de tidligere beregnede effekter af blødgøring, når vandets hårdhed reduceres fra 20-22 °dH til 10-12 °dH, men vi ændrer evalueringen af nogle enkelte effekter.

For erhvervskunderne fandt vi:

- Nyttetvirkningen i fjernvarmesystemer til opvarmning af brugsvand faldt i takt med opbygning af kalkudfældninger. I perioden med hårdt vand observerede vi et fald på 18 % i varmebeholderen over 6 måneder og et fald på 15 % over fire måneder i varmeveksleren. I perioden med blødere vand fandt vi sammenlignet med perioden med hårdt vand en mindre reduktion i nyttevirkningen for varmeveksleren. I varmebeholderen så vi ikke det samme, formentlig pga. en fejlkilde ved offeranoden.
- Kalkudfældninger på varmeveksleren faldt fra 303 til 156 g ved overgang fra hårdt til blødere vand.
- Udgifter forbundet med service, hvor kalkudfældninger fjernes fra varmesystemerne, kan sandsynligvis reduceres fra 3 til 2 gange per år for varmeveksleren.
- Saltforbrug i fire decentrale blødgøringsanlæg (ionbytteranlæg) blev reduceret med 10 til 37 % ved overgang til blødere vand. Effekten er afhængig af, at anlæggene indstilles korrekt til den nye vandkvalitet. Besparselsen svarer til en reel besparelse på 324 til 693 kr./år per anlæg.
- Kalkudfældninger på perlatorer og cisternekits reduceredes med 42 og 81 % (vægt) ved blødere vand. For et ældrecenter med ca. 100 beboere og dermed 100 perlatorer og cisternekits er den forventede besparelse ca. 24.000 kr./år.
- Vores måling på det ene ældrecenter viste, at der kan være tale om et reduceret forbrug af rengørings/afkalkningsmidler, men flere målinger er nødvendige for at kunne fastslå dette.
- Antropologinterviews blandt driftsansvarlige viste, at reduktion af tidsforbrug og arbejdsprocesser relateret til vandets hårdhed samt frigivelse af tid til andre opgaver med værdi for beboere var positive gevinster ved blødere vand.
- Antropologinterviews viste desuden, at det blødere vand generelt opfattes af produktionsvirksomheder som en forbedring af vandkvaliteten sammenlignet med det hårde vand. De har stort set alle blødgøringsanlæg til at fjerne kalken i vandet, og det blødere vand er godt for det tekniske udstyr. De har desuden ikke haft problemer med overgangen til det blødere vand på nær i to tilfælde, hvor man har måtte bruge ekstra arbejdstimer på at tilpasse produktionsprocessen.
- Ved måling af 6 effekter var 1 effekt ny, da den ikke tidligere har været estimeret, 2 større end tidligere estimeret, 4 verificerede tidligere estimeret og 2 kan styrkes ved flere målinger (Tabel 3-1).

For 30 private husholdninger fandt vi:

- Levetiden for elkedler og kaffemaskiner er et til to år lavere end tidligere estimeret for hårdt vand.
- Elkedler, der indgår i målingen med hårdt vand har større kalkudfældninger og er mere påvirket af tilkalkning end elkedler med blødere vand.
- Elforbrug og tid til kogning af 1L vand i elkedel er ikke påvirket af vandets hårdhed.
- I elkedlerne er kalkafsætningen i gennemsnit reduceret med 29 % efter overgang til blødere vand. Der spares i gennemsnit 3-4 dL/år/person afkalkningsmiddel per elkedel og kaffemaskine.
- Vores interview indikerede at saltforbruget i opvaskemaskine reduceres med ca. 45 %, hvilket er højere end tidligere estimeret, mens de private egne registreringer indikerede en reduktion på 20 %. Afspændingsmiddelforbrug er reduceret med 15 mL/år/person.
- Forbrug af afkalkningsmiddel i vaskemaskiner er reduceret med gennemsnitligt 1 dL/år/person. Tilsvarende reduceres vaskemiddelforbrug med 0,2 dL/vask. Skyllemiddelforbrug er upåvirket af vandets hårdhed.
- Afkalkning af baderum, toilet, armatur, perlatorer, fliser mv. reduceres med 15 eller 7 min/afkalkning efter blødgøring afhængig af om data indhentes ved interview eller registreringsskema. Forbruget af afkalkningsmiddel reduceres i gennemsnit med 31 mL/afkalkning, hvilket svarer til 1,6 L/år.
- Antropologinterviews af de private husholdningers oplevelser identificerede den reducerede miljøbelastning i hjemmet, mindre tidsforbrug til afkalkning og rengøring samt øget levetid af husholdningsmaskiner som centrale fordele ved blødere vand.
- Antropologinterviews viste desuden, at adfærdsændringer i form af mindre brug af sæbe, shampoo og vaskemidler nemmere tilegnes af de forbrugere, som tidligere har haft erfaring med blødere vand fra andre egne af Danmark eller udlandet.
- Ved måling af 14 effekter var 4 effekter nye, da de ikke tidligere har været estimeret, 4 større end tidligere estimeret, 6 verificerede tidligere estimeret, 1 blev afkræftet i forhold til tidligere estimat og 5 kan styrkes ved flere målinger (Tabel 3-1).

Generelt er observationerne af forbrug af kemi i husholdninger og industri behæftet med stor variation, der blandt andet afhænger af brugernes adfærd og typen af kemikalier. Resultatet af den individuelle effektkategori skal derfor fortolkes forsigtigt. Det overordnede billede er dog en bekræftelse af tidligere estimeret og må vurderes at være udtryk for reelle positive effekter af blødere vand for forbrugerne (Tabel 3-1).

Ovenstående konklusioner er opsummeret på tabelform (Tabel 3-1):

## Før- og efter målinger af effekter af blødgøring i Brøndby

Tabel 3-1. Oversigt over målingerne og deres effekt fordelt på erhverv og private husholdninger. En effekt kan have kryds i flere kolonner, hvis tidligere studier har estimeret effekt forskelligt. Grøn farve betyder, at effekten er reduceret ved overgang fra hårdt til blødere vand i tråd med eller større end tidligere estimeret, rød at den er fundet mindre. Forbrugeroplevelser har reducerede og forstærkede effekter, derfor er de uden farve. Blå farve indikerer at effekten kan styrkes ved flere målinger.

Område	Måling	Reduktion af effekt fra hårdt til blødere vand (%)	Ny effekt – ej tidl. estimeret	Større effekt end tidl. estimeret	Verificerer tidl. estimat	Ingen effekt - tidl. estimeret	Kan styrkes ved flere målinger
<b>Erhverv</b>	Opvarmning af vand	Reduktion af nyttevirkning per m <sup>3</sup> brugsvand	90	X <sup>1</sup>	X <sup>1</sup>		X <sup>1</sup>
		Kalkudfældning / serviceinterval	50 / 33		X		
	Ionbytteranlæg	Reduktion saltforbrug	10-37		X		
	Ældrecentre	Kalkudfældning perlatorer og cisterne kits	42-81	X			
		Rengøringsmiddel-forbrug	-		X		X
<b>Private husholdninger</b>	Forbrugeroplevelser	Tidsforbrug, arbejdsproces, beboerservice	kvalitativ	X			
	Elkedel	El-forbrug	0			X	
		Afkalkningsmængde	62		X		
		Levetid (hårdt vand)	-	X			X <sup>2</sup>
	Kaffemaskine	Afkalkningsmængde	64		X		
		Levetid (kun hårdt vand)	-	X			X <sup>2</sup>
	Opvaskemaskine	Reduktion af saltforbrug	26-45	X			
		Reduktion af afspændingsmiddelforbrug	2-3	X			
		Levetid (hårdt vand)	-		X		X <sup>2</sup>
	Vaskemaskine	Afkalkningsmiddel	50	X			
		Vaskemiddel	14-29		X		
		Levetid (kun hårdt vand)	-		X		X <sup>2</sup>
	Afkalkning	Afkalkningmiddel	19-60		X <sup>3</sup>		
		Perlatorer	-	X			
	Forbrugeroplevelser	Miljø, tidsforbrug, maskiners levetid, mm.	kvalitativ	X			
<b>Fælles</b>	Alle	Optimal CCPP, kalkudfældningspotentiale	-				X

<sup>1</sup> Fjernvarmesystems effektivitet er med i COWI (2011), men vurderet ubetydelig i Rambøll (2017). Flere målinger behøves for at opnå viden om den reelle effekt.

<sup>2</sup> Mangler viden om levetid med blødere vand. <sup>3</sup> Rengøringsmiddel er større end tidligere estimeret mens afkalkningsmiddel svarer til tidligere estimeret.

## Perspektivering

Målingerne af effekten af blødere vand er foretaget i Brøndby i perioden op til introduktion af central blødgøring og gentaget i perioden med blødere vand. Nogle af effekterne beror på en enkelt måling, f.eks. kalkudfældning og nyttevirkning hos vintapperiet, mens andre baseres på op til 30 målinger hos de 30 deltagende private husholdninger. Det vil kunne styrke konklusionen på effekterne, at der foretages yderligere målinger i andre områder, hvor der introduceres central blødgøring, eller mellem områder, hvor vandets hårdhed varierer.

Vi bemærker, at vi endnu mangler viden i en dansk kontekst om sammenhænge mellem kalkudfældningspotentialer (CCPP) og reelle kalkudfældninger, herunder hvordan en styring af CCPP kan anvendes til at optimere det distribuerede drikkevand. For at kunne vurdere dette, vil det være godt at starte med at indhente erfaringer fra de første områder, hvor der leveres blødere vand, i kombination med erfaringer fra andre lande, hvor vandet allerede blødgøres. Herved kunne der opnås en vurdering af, hvad optimal CCPP er.

Tidligt i projektet var det klart for os, at en sammenligning af levetider for husholdningsapparater (elkedel, kaffemaskine, opvaskemaskine, vaskemaskine og eventuelt VVS-komponenter såsom perlatorer, toilet, bruser, mv.) i områder med forskellige hårdheder i Danmark potentielt kunne give os viden om, hvorvidt vandets hårdhed har en negativ effekt på levetiderne. Data kan formentligt findes gennem opgørelse af forbrugsartikler relateret til hårdhed hos Danmarks Statistik eller andre databaser.

Projektet viser også, at vandets hårdhed har en betydning for nyttevirkning under opvarmning af vand. En mere systematisk opgørelse af varmesystemers (både varmeveksler, -beholder og centralsystemer) effektivitet (f.eks. nyttevirkning) er vigtig at undersøge i områder med varierende hårdhed og på tværs af forskellige varmesystemer for at undersøge, om hårdheden har en signifikant betydning. Vores resultater indikerer, at der kan være en potentiel væsentlig økonomisk og miljømæssig besparelse som ikke er fuldt ud opgjort.

Derudover har andre aktører vist sig at have en interesse i kalkgener. For eksempel er forsikringsselskaber interesserede i at vide, hvornår kalk i drikkevand er medvirkende til lækager og dermed vandskader.

Forventede sundhedseffekter ved central blødgøring er små, som tidligere beskrevet i (Rygaard, 2015; Rygaard and Albrechtsen, 2012) men det vil være relevant at følge op med en nærmere undersøgelse af reelle effekter efter nogle år med blødgjort vand i husholdningerne.

## 4 Referenceliste

- COWI, 2012. Supplering af samfundsøkonomisk vurdering af blødgøring.
- COWI, 2011. Central blødgøring af drikkevand. Udgivet af Naturstyrelsen.
- de Moel, P.J., van der Helm, a. W.C., van Rijn, M., van Dijk, J.C., van der Meer, W.G.J., 2013. Assessment of calculation methods for calcium carbonate saturation in drinking water for DIN 38404-10 compliance. *Drink. Water Eng. Sci.* 6, 115–124. <https://doi.org/10.5194/dwes-6-115-2013>
- de Moel, P.J., Verberk, J.Q.J.C., van Dijk, J.C., 2006. *Drinking Water - Principles and Practices*. World Scientific Publishing Co.
- Deloitte, 2015a. Samfundsøkonomisk analyse af central blødgøring af vand på Forsyning Ballerups værker – screening af konsekvenser for private husholdninger Afrapportering af delopgave 1 Indhold.
- Deloitte, 2015b. Samfundsøkonomisk analyse af central blødgøring af vand på Forsyning Ballerups værker – screening af konsekvenser for virksomheder Afrapportering af delopgave 2 Indhold.
- Engell, M.H., 2018. Hardness of drinking water and effects of softening. Master thesis. DTU, Kgs. Lyngby, Denmark.
- FOA, 2018. Lønmagasin. <https://www.foa.dk/forbund/loen/foas-loenmagasiner>.
- GEUS, 2017. Grundvandskemi - Viden om Grundvand [WWW Document]. URL [http://www.geus.dk/DK/popular-geology/edu/viden\\_om/grundvand/Sider/gv04-dk.aspx#vg41](http://www.geus.dk/DK/popular-geology/edu/viden_om/grundvand/Sider/gv04-dk.aspx#vg41) (accessed 4.12.17).
- Godskesen, B., Hauschild, M., Rygaard, M., Zambrano, K., Albrechtsen, H.J., 2012. Life cycle assessment of central softening of very hard drinking water. *J. Environ. Manage.* 105, 83–89. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.03.030>
- HOFOR, 2017a. HOFOR Vandets hårdhed [WWW Document]. URL <http://www.hofor.dk/vand/vandets-haardhed/> (accessed 4.12.17).
- HOFOR, 2017b. MINDRE KALK I VANDET Blødere vand til forbrugerne.
- Larsen, S.L., Hedegaard, M.J., Albrechtsen, H., 2016. Blødgøring af drikkevand Appendiks 1-9.
- M.J.C. van Raalte-Drewes, H. Brink, L.A.C. Feij, P.G.G. Slaats, E.A.M. van Soest, P.P.R. Vaal, G.V., 2004. *Scaling Propensity of Water*.
- Market Transformation Programme, 2016. BNCK06: Kettle trends.
- Morales-Pinzón, T., Lurueña, R., Gabarrell, X., Gasol, C.M., Rieradevall, J., 2014. Financial and environmental modelling of water hardness — Implications for utilising harvested rainwater in washing machines. *Sci. Total Environ.* 470–471, 1257–1271. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.10.101>
- Palmer, J., Terry, N., 2014. Powering the Nation 2 Powering the Nation 2: Electricity use in homes, and how to reduce it.
- Parkhurst, D.L., Appelo, C.A.J., 2013. Description of Input and Examples for PHREEQC Version 3 — A Computer Program for Speciation , Batch-Reaction , One-Dimensional Transport , and Inverse



Geochemical Calculations. U.S. Geological Survey Techniques and Methods, book 6, chapter A43, 497 p. U.S. Geol. Surv. Tech. Methods, B. 6, chapter A43 6–43A. [https://doi.org/10.1016/0029-6554\(94\)90020-5](https://doi.org/10.1016/0029-6554(94)90020-5)

Rambøll, 2017. Blødt vand i en cirkulær økonomi. Udgivet af Miljøstyrelsen.

Rygaard, M., 2015. Blødgøring, natrium og sundhedseffekter. DTU, Kgs. Lyngby, Denmark.

Rygaard, M., Albrechtsen, H., 2012. Redegørelse om sundhedseffekter af blødgøring i København specielt med fokus på caries. DTU, Kgs. Lyngby, Denmark.

Simon Furbo (DTU Civil engineering), 2016. Personal ecommunication about water heating systems and experiences and thoughts about calcium carbonate precipitates.

Valbjørn, I.L., 2017. Measuring the experienced effects in households due to changed drinking water composition by softening.

Van der Bruggen, B., Goossens, H., Everard, P.A., Stengée, K., Rogge, W., 2009. Cost-benefit analysis of central softening for production of drinking water. J. Environ. Manage. 91, 541–549. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.09.024>

Vargas-Parra, M.V., Rovira-Val, M.R., Gabarrell, X., Villalba, G., 2018. Rainwater harvesting systems reduce detergent use. Int. J. Life Cycle Assess. <https://doi.org/10.1007/s11367-018-1535-8>

## **5 Bilag - Metode til tekniske målinger**

## 5.1 Metodebeskrivelse for Energimålinger hos Erhverv (bilag 1)

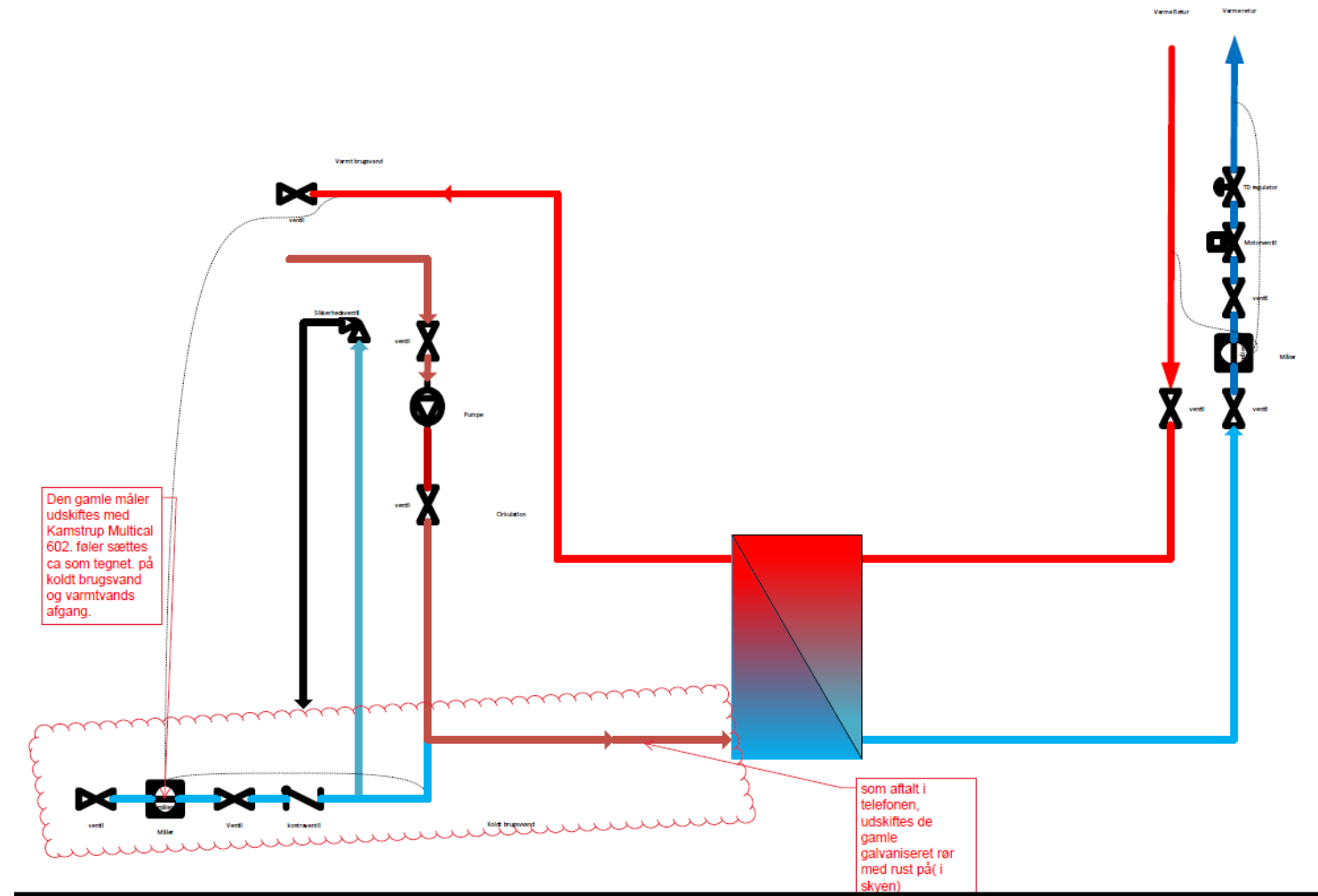
På vintapperiet undersøgte vi energiforbrug på et vandopvarmningssystem bestående af en varmeveksler. Vandet blev brugt til at rense flasker inden vin blev påført. Forsøget anvendte den eksisterende fjernvarmemåler (Kamstrups Multical 801) til at aflæse energiforbruget i perioden. Da der ikke var opsat en energimåler på brugsvandet blev der sat en energimåler (Kamstrup, Multical 602). På varmtvandsbeholderen sad der ligeledes en fjernvarmemåler, som vi brugte i forsøget (Multical 602). Vi satte også en Kamstrupmåler op på brugsvandet. Her blev vandet brugt til at levere varmt vand ud til beboere.

Med mellemrum kørte Keld Persson og/eller Søren Christiansen (HOFOR) ud for at aflæse data. Vi indhentede data for både 1-times og dags intervaller. Ved afslutningen af den første måleperiode (januar 2017) forsøgte vi at måle på mindre intervaller, men det lykkedes ikke, da energimåleren på brugsvandet ikke var i stand til at gå ned til tidsintervaller kortere end 1 time.

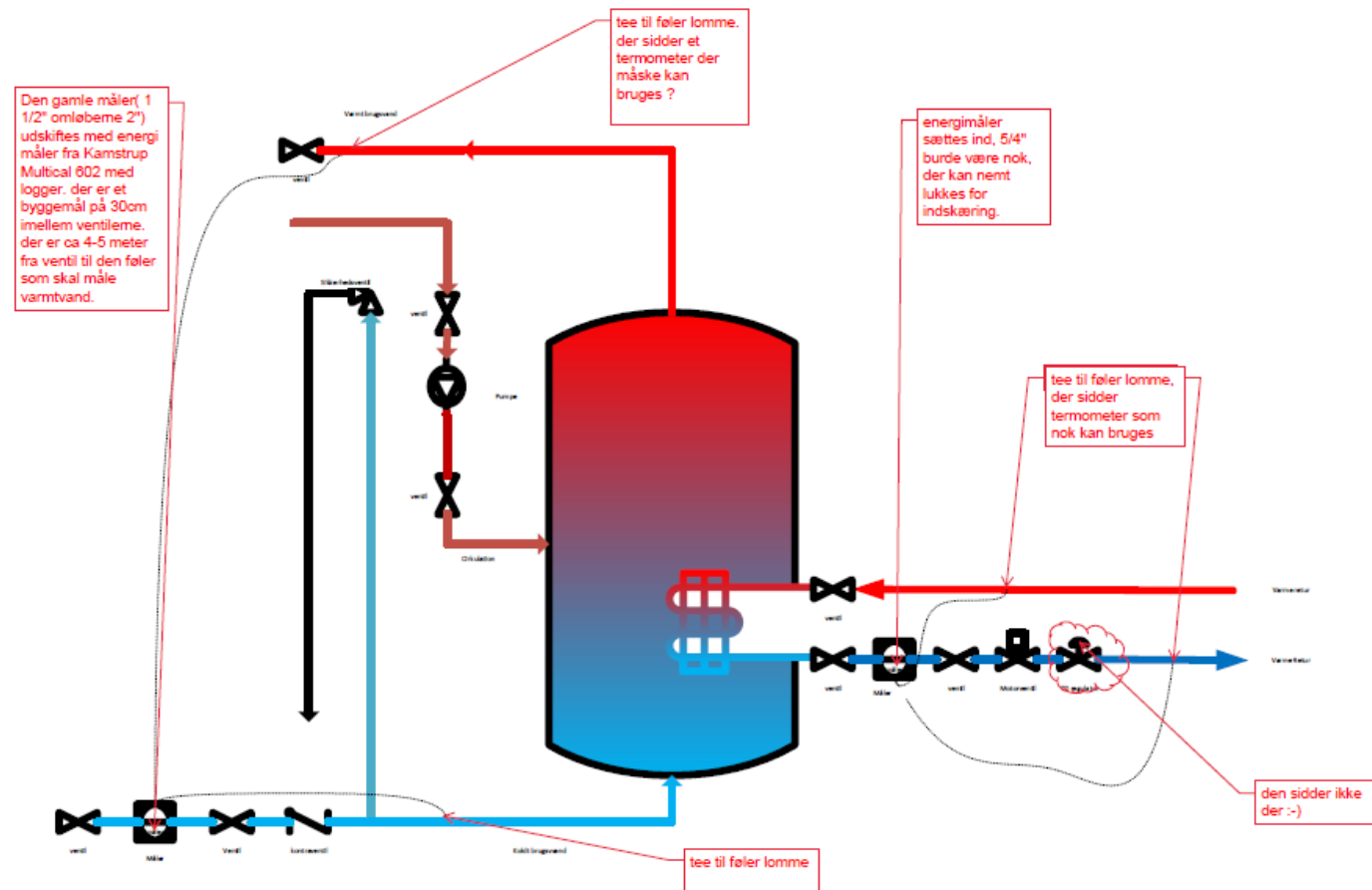
Data som vi hentede ned fra målerne var energi (MWh) afsat eller brugt, temperatur (°C) ind og ud, flow (kg) i intervallet. Den førstnævnte parameter, energi, beregnes af måleren ud fra formelen:  $E = m \cdot c \cdot \Delta T$ , hvor E er energi (MWh), m er masse (kg), c er væskens specifikke varmekapacitet (J/(kg °C)) og T er temperatur (°C). Derudover omregnes Joule (J) til MWh ved at dividere med  $3,6E9$ .

For at vurdere varmesystemernes (veksler og beholder) effektivitet har vi brugt udtrykket nyttevirkning ( $\eta$ ). Nyttevirkningen er forholdet mellem afsat energi og optaget energi. Fjernvarmesystemet afsætter energi til brugsvandet, som optager energien. Et ideelt system har således en nyttevirkning på 1, og en tommelfingerregel er at et velfungerende varmesystem har en nyttevirkning på 0,7-0,8 (Simon Furbo (DTU Civil engineering), 2016). Som udgangspunkt ønskede vi her i projektet at undersøge om nyttevirkningen er aftagende over en periode mellem service, hvor kalkudfældninger fjernes, da det vil være en indikator for at kalkudfældninger nedsætter systemets effektivitet, hvilket observeres via nyttevirkningen.

Keld Persson (HOFOR) har tegnet følgende diagrammer, som beskriver de to anlæg:



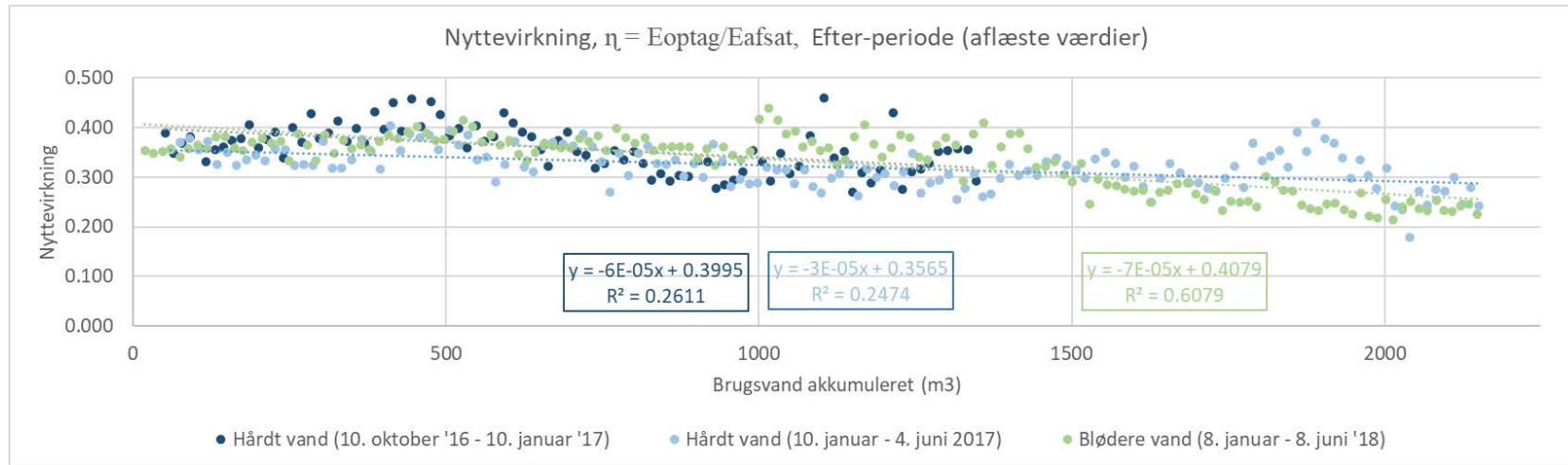
Figur 5-1. Diagramtegning over varmeveksler på vintapperi (udført af Keld Persson, HOFOR).



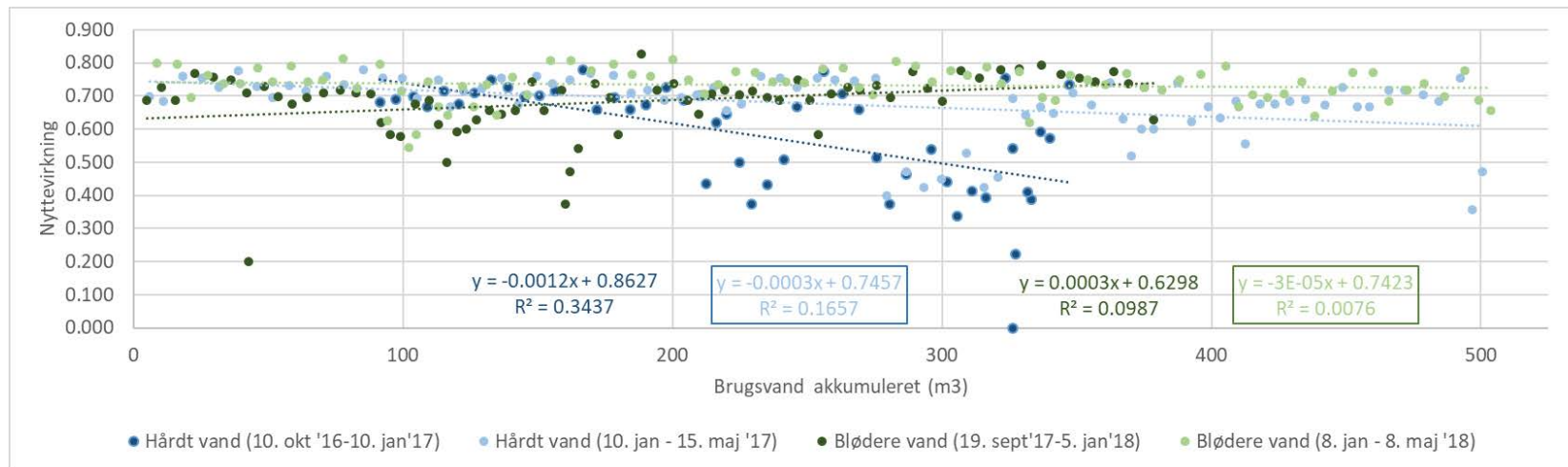
Figur 5-2. Diagramtegning over varmebeholder hos en beboelsesejendom (udført af Keld Persson, HOFOR).

I de følgende figurer er nyttevirkningen vist som funktion af volumen brugsvand (akkumuleret forbrug, m<sup>3</sup>), der er kørt gennem varmebeholder eller veksler. Projektperioden tillod os to måleperioder med hårdt vand (blå farver) og for varmeveksleren to med blødere vand (grønne farver). Den længste periode (lyseblå og lysegrøn, figur 5-3 og 5-4) svarer til normal interval mellem service (hvor kalkudfældninger fjernes).

# Før- og efter målinger af effekter af blødgøring i Brøndby



Figur 5-3. Nyttevirkning ( $\eta$ , energi optaget i brugsvand i forhold til energi afsat fra fjernvarmesystemet) som funktion af volumen brugsvand beregnet på data fra dagslog for varmtvandsbeholderen. Energi er beregnet ud fra formelen  $E = m C \Delta T$  for energi optaget i brugsvand under opvarmning og energi afsat fra fjernvarmesystemet.



Figur 5-4. Nyttevirkning ( $\eta$ , energi optaget i brugsvand i forhold til energi afsat fra fjernvarmesystemet) afbilledet som funktion af volumen brugsvand på dage med produktion er beregnet ud fra dagslog på vintapperiet. Energi er beregnet ud fra formelen  $E = m C \Delta T$  for energi optaget i brugsvand under opvarmning og energi afsat fra fjernvarmesystemet.

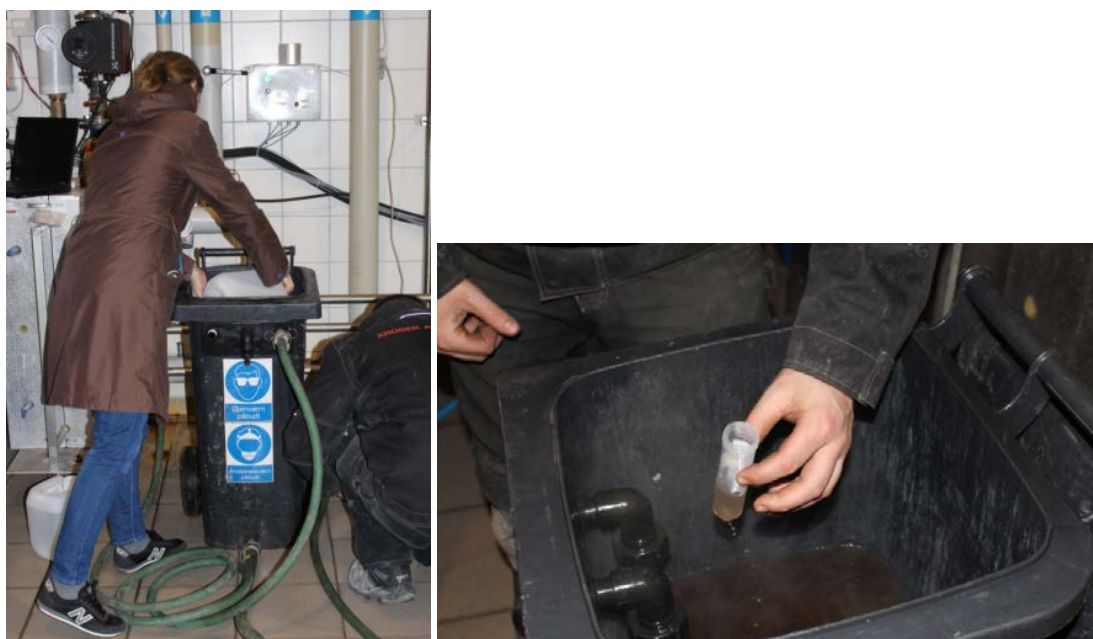
## 5.2 Metodebeskrivelse kalkudfældninger og potentialer (bilag 2)

I dette afsnit beskrives metoden for måling af kalkudfældninger for opvarmet og koldt brugsvand samt beregninger af kalkudfældningspotentialer.

### Måling af kalkudfældning for opvarmet vand (varmeveksler og varmvandsbeholder)

Den 10. oktober 2016 blev to varme-enheder på varmeveksleren og varmtvandsbeholderen rengjort for udfældet kalk, sådan at de var rensede og klar til en måleperiode. Tre måneder senere den 10. januar 2017 blev forsøget standset ved at kalkudfældninger blev fjernet og prøver eller hele massen udtaget til undersøgelse for hvor meget der var udfældet (kvantitet) og hvilke mineraler der var udfældet. Fremgangsmåden for rensning af kalk og prøvetagning hos de to virksomheder med varmtvandssystemer er beskrevet her.

I varmeveksleren blev kalkudfældninger opløst ved at der skylles en syrevæske over vekslerens plader, hvorved kalken opløses og fjernes. Væsken bestod af 25 L vand afmålt ved hjælp af en 5L dunk hvori der blev tilsat 10 kg (afmålt til 10.044 g) sulfaminsyre på pulverform. Servicevirksomheder (Krüger, udført af Mick gennem kontakten Tommy) har indrettet en ca. 50L beholder på hjul til formålet hvor der gennem slanger ved hjælp af en pumpe føres vand fra beholderen (Figur 5-5) over veksleren og tilbage i beholderen. I starten bobler væsken når den kommer retur til beholderen og efterhånden som kalken opløses på veksleren falder aktiviteten.



Figur 5-5. Foto fra afsyring fra varmeveksleren 10. januar 2017. Foto til venstre viser påfyldning af tank til syreopløsning, som køres over varmeveksler hvorved kalkudfældninger opløses. Foto til højre viser prøvetagning af væske med opløst kalkudfældning.

Ved endt afkalkning blev prøver af væsken udtaget til analyse for opløst calcium-, magnesium- og jernioner. Der blev målt på to prøver ved at udtage et lille volumen og fortynde dette med 800 gange for Calcium og 400 gange for Magnesium og Jern. Indholdet af calcium, magnesium og jern blev målt på atomabsorptionsspektrometer (AAS) af mærket Perkin Elmer Analyst 200.



Hos beboelsesejendommen blev varmebeholderen (3,5 m<sup>3</sup>) rensed ved at tømme beholderen for vand og grave udfældninger fra bunden af beholderen ud ved at en servicetekniker står inde i beholderen (Figur 5-6). Udfældninger som blev skyllet ud af beholderen ved tømning blev opsamlet i en 1 mm si som blev placeret mellem beholderens udløb og afløb til kloak. Udfældninger på varmespiral blev skyllet ned i bunden af beholderen ved hjælp af en højtryksspuler. Alle udfældninger blev gravet ud af bunden og samlet op i en sæk.



Figur 5-6. Foto fra afsyring af varmtvandsbeholderen 10. januar 2017 med beholder og tømning af kalkudfældninger.

I laboratoriet blev udfældninger tørret først i stinkskaab og derefter i varmeskab ved 60 °C. Efter 3 dages tørring var der ingen yderligere væggtab og prøven antaget tør. Sammensætningen af udfældninger blev bestemt vha. induktiv koblet optisk emission spektrometer (ICP-OES). ICP-OES var af mærket Perkin Elmer, Avio 200. En mængde tørret udfældning blev opløst i saltpetersyre (HNO<sub>3</sub>, 10%) og analyseret ved en fortynding på 20 gange.



Figur 5-7. Foto af kalkprøve fra varmtvandsbeholderen fra juni 2017, som homogeniseres i ringeknuser (venstre foto). På højre foto ses forskel på før og efter knusning.



Vægten af den tørre kalk blev bestemt ved findeling af materialet ved rystning i ringeknuserne efterfulgt af homogenisering (Figur 5-7) og opdeling i fordeler. En fjerdedel af hele prøven blev udtaget til vejning og vægten af den totale kalkmængde fundet ved at gange med fire.

Vi undersøgte (røntgenanalyse), hvilken krystalstruktur kalken fra varmtvandsbeholderen forekommer i. Kalk forekommer i typisk to krystalstrukturer, calcit og aragonit. Røntgenanalyserne viste, at begge krystalformer er til stede, dog er calcit dominerende (62%) i forhold til aragonit (38%).

### **Beregninger af kalkudfældningspotentiale (CCPP – Calcium Carbonate Precipitation Potential)**

PHREEQC er et software udviklet af United States Geological Survey med det formål, at beregne akvatiske geo-kemiske forhold og kemiske reaktioner herunder ligevægte i carbonatsystemet (Parkhurst and Appelo, 2013) (de Moel et al., 2013). I projektet her har vi brugt programmet (PHREEQC for Windows baseret på PHREEQC-2) til at beregne CCPP ud fra vandkvalitetsdata fra HOFOR for Brøndbys distributionssystem. CCPP (forkortelse for calcium carbonate precipitation potential, kalkudfældningspotentiale) er en almindelig anvendt parameter til beregning af hvor meget kalk, der potentielt kan udfælde fra en given vandtype. CCPP er positiv for kalkovermættet vand (kalkfældende), nul for kalkmættet vand og negativ for kalkundermættet vand (kalkopløsende) (de Moel et al., 2013). For drikkevand er det en fordel, at vandet er en anelse kalkudfældende, da det vil hindre korrosion af materialer som beton, asbest og cement. Korrosion af disse materialer sker, når kalkforbindelser i materialerne opløses af kalkopløsende vand (de Moel et al., 2006). Der findes forskellige databaser i PHREEQC og vi har brugt to, der passer bedst på vores forhold. For beregninger foretaget ved udendørs og stuetemperaturer har vi brugt databasen phreeqc.dat, mens vi for højere temperaturer (kogepunkt) har brugt databasen llnl.dat, der kan medregne temperaturer op til 300 °C.

Beregningerne af kalkudfældningspotentialet angiver den mængde kalk, dolomit og hematit der potentielt kan udfælde under de givne forhold (temperatur, pH, udvalgte ioner i vandet).

Vandkvalitetsdata blev modtaget fra HOFOR (Ann-Katrin Pedersen, Vandkvalitet) og brugt som input parametre til beregningerne i PHREEQC. Vi har modelleret med koncentrationen af de ionerne: Ca, Mg, Fe, Cl, F, K, Na, N (oxidationstrin 5 og 3), S (oxidationstrin 6) og  $\text{HCO}_3^-$ . Koncentrationerne af Calcium og Magnesium ses også i Figur 2-1.

Vi har beregnet CCPP ved 15 °C, da det er omkring den temperatur vi har målt, når vi tappede vand til måling af elforbrug til kogning af vand i elkedler hos de private deltagere i perioden med hårdt vand.

Nedenfor er vist et eksempel på input til beregning i PHREEQC og output (resultater).

```

SOLUTION 1
pH 7.3
density 1
temp 15
-units mg/L
Ca 120
Mg 23
Fe 0.013
Cl 120
F 0.51
K 5.4
Na 57
N(5) 2.5
N(3) 0.002
S(6) 84
Alkalinity 380 as HCO3
END
Use solution 1
EQUILIBRIUM_PHASES 1
Calcite 0
CO2(g) -3.5
END

```

*Figur 5-8. Eksempel på kodning af inputdata til CCPP beregninger i PHREEQC for drikkevand leveret fra Brøndbyvester Vandværk i Før-perioden da Brøndbyvester Vandværk stadig var i produktion.*

...

End of simulation.

Reading input data for simulation 2.

```

Use solution 1
EQUILIBRIUM_PHASES 1
Calcite 0
CO2(g) -3.5
END

```

Beginning of batch-reaction calculations.

Reaction step 1.

Using solution 1.

Using pure phase assemblage 1.

-----Phase assemblage-----

Phase	Moles in assemblage					
	SI	log IAP	log KT	Initial	Final	Delta
Calcite	0.00	-8.43	-8.43	1.000e+01	1.000e+01	2.418e-03
CO2(g)	-3.50	-4.84	-1.34	1.000e+01	1.000e+01	3.117e-03

Figur 5-9. Udvalgt sektion fra output fra PHREEQC modellering med vand fra Før-perioden fra Brøndbyvester Vandværk.

Resultaterne fra PHREEQC er givet i mol per L og omregnes til mg/L ved at gange med molvægten af mineralet, f.eks. kalk (calcite). CCPP kan typisk opgives i mg eller mmol per liter.

I tabel nedenfor ses vandkvalitetsdata og beregnede hårdhed og CCPP for de fire vandkvaliteter i Brøndby (både hårdt og blødgjort) og det forventede mix (to koloner yderst til højre), der vil blive distribueret i Efter-perioden vist. Mix min er det mix af Brøndby behandlet blødgjort med minimalt RH (Regnemark hårdt vand) og BH (Brøndby hårdt vand).

I Mix min ses det, at CCPP er 0,62 mg/L og at hårdheden 13,05 °dH. For Mix max er CCPP 11,94 mg/L og hårdheden 16,7 °dH. Data for vandkvalitet og forventede mix er fået af HOFOR's vandkvalitetsafdeling, men en diskussion af om det er de forventede mix af vandkvaliteterne, der distribueres er ikke foretaget, da det ikke er en del af projektet.

Tabel 5-1. Vandkvalitetsdata og beregnede potentialer for udfældning af mineraler for drikkevand distribueret og planlagt distribueret i Brøndby (data: HOFOR Vandkvalitet).

Vandkvalitetsdata (mg/L på nær pH og temperatur)	Regnemark, behandlet hårdt vand (RH)	Regnemark, behandlet blødgjort vand (RB)	Brøndby, behandlet hårdt vand (BH)	Brøndby, behandlet blødgjort vand (BB)	Mix min (minimum, RH og BH %)	Mix max (maximum RH og BH, %)
pH	7,29	7,70	7,30	7,60		
Temperatur (°C)	15,10	9,5	15,10	15,10		
Ca	116	23	120	33		
Mg	20	21	23	25		
Alkalinitet (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	370	295	380	276	RH: 11,4 RB: 34,3 BH: 20,0 BB: 34,3	RH: 27,83 RB: 16,52 BH: 39,13 BB: 16,52
Fe	0,013	0,01	0,013	0,012		
K	5	5,4	5,4	7		
Cl	91	110	120	200		
F	0,53	0,50	0,51	0,30		
Cu	0,05	0,05	-	0,05		
Na	51	150	57	210		
N (5)	2,4	2,5	2,5	0,5		
S (6)	75	69	84	130		
<b>Hårdhed (°dH mmol/L)</b>	<b>20,88 3,72</b>	<b>8,08 1,44</b>	<b>22,14 3,94</b>	<b>10,40 1,85</b>	<b>13,05 2,32</b>	<b>16,70 2,97</b>
<b>CCPP, beregnet med tre mineraler, 15,1 °C, (mg/L) lukket system<sup>1</sup></b>						
CaCO <sub>3</sub> -PP	210,18		208,58	-19,45	64,33	154,13
CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -PP	-188,64		-183,63	14,10	-65,30	-146,16
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -PP	0,02		0,02	0,02	0,02	0,02
<i>Totale</i>	21,56		24,97	-5,33	-0,95	8,00
<b>CCPP, Beregnet med et mineral, 15,1 °C, (mg/L) lukket system<sup>1</sup></b>						
CaCO <sub>3</sub> -PP	26,43		29,67	-2,05	0,62	11,94

<sup>1</sup>Et distributionssystem betragtes som værende et lukket system, mens vandet vil være i kontakt med atmosfæren når det tappes fra hanen.

### Måling af kalkudfældning på perlatorer og cisterne kits (koldt vand)

På ældrecenteret Æblehaven fik vi til forsøget opsat perlatorer på vandhaner på toilettet hos 93 beboere. De blev opsat den 19. september 2016 og taget ned den 11. januar 2017, dvs. næsten fire måneder senere (114 dage). Ligeledes blev der opsat nye cisterne kits (indmad) i tre toiletter på ældrecenteret Nygårds Plads. Disse sad i en tilsvarende periode (114 dage).

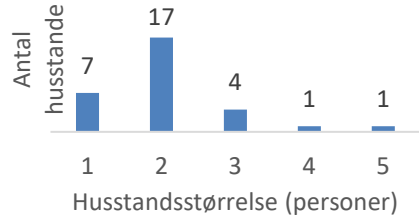
I laboratoriet blev perlatorerne overført til centrifuge tubes med to perlatorer i hver. Centrifuge tubes blev tørret i et 60 °C varmeskab over en weekend. Kalkudfældningerne blev opløst i saltpetersyre (0,5% HNO<sub>3</sub>). Koncentrationen af calcium, magnesium og jernioner blev bestemt på ICP-OES på alle perlatorer.

Ligeledes blev cisterne kits overført til 2L bægerglas, tørret (et døgn) og vejjet. Efter afsyring med saltpetersyre blev calcium, magnesium og jern bestemt med ICP-OES og kalkudfældninger beregnet.

### 5.3 Private deltagere og interview- og registreringsskema (bilag 3)

De private deltagere blev udvalgt gennem forskellige veje. 13 deltagere havde deltaget i en informationsstand på kulturnat i Brøndby, hvor de havde oplyst deres mailadresse. Andre gennem informationsskrivelse til boligforeninger, som havde målinger under erhverv. Sidst var der kontakter gennem kollegaer og Brøndby kommune.

Tabel 5-2. Deltagere i målingerne af effekter hos private husholdninger.

Rekruttering af private	Antal	Fordeling af husstandsstørrelse
Kontakter fra Kulturnat 2015	13	
Brøndby Strand, Albjergparken	7	
Bo-Vest, Gurrelund	4	
Projektgruppens kontakter	3	
Gennem Brøndby kommune	8	
<b>Total</b>	<b>35 (30 i hver periode)</b>	

I det følgende ses eksempler på et interviewskema, som blev udfyldt ved det første møde hos alle 30 private husholdninger, der deltager i målingerne. Dernæst ses et eksempel på et registreringsskema, som alle deltagere udfyldte løbende i de ca. 3 måneder forsøget kørte.

## Interviewskema (anonymiseret)

Interviewskema – Førmåling Blødere vand i september 2016

Interviewskema: Nr.: 26 Dato: 28/9 2016

Navn:	[Redacted]				
Adresse:					
Telefon:					
Email:					
Interesseret i at modtage løbende info fra projektet?	JA	X		NEJ	
Antal personer i husstanden:	<u>2</u>	Antal personer ≤ 18 år		Antal personer > 18 år	<u>2</u>
Antal kvinder og mænd i husstanden	Kvinder	1		Mænd	<u>1</u>
Vidste du at du bor i et område med hårdt vand?	JA	X		NEJ	
Husstandens indkomst:	<200.000 kr. 200.000 – 300.000 kr. 300.000 – 400.000 kr. 400.000 – 500.000 kr. 500.000 – 600.000 kr. >600.000 kr.		Bemærkninger: <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; text-align: center;">X</div>		

Scannes ind og sendes til karsten

Interviewskema – Fjernmåling Blødere vand – september 2016

Elkedlen:

Hvilket mærke er din elkedel?		Siemens	
Hvornår er din elkedel købt? (bud eller bon dd.mm.åååå)		2009 ca.	
Indikationer på stand (foto): Kalkaflejringer – tæring – rust – andet: Små kalkaflejringer			
Hvor ofte udskiftes din kedel?	Hvert år: Hvert andet år: Andet: 7 år.	Hvad er årsag til udskiftning?	Mode: <input checked="" type="checkbox"/> I stykker: Tilkalkning: Andet:
Hvornår anvendes elkedlen?	Kaffe, the: Madlavning: Skolde sutter: Andet: blomster.	Hvor ofte anvendes elkedlen?	Flere gange dagligt: <input checked="" type="checkbox"/> Dagligt: Ugentligt: Månedligt: Sjældnere:
Hvor ofte afkalker du?	1 gang pr. måned: Hver anden måned: <input checked="" type="checkbox"/> Sjældnere: Andet:	Hvornår er kedlen sidst afkalket (dd / mm / åå)	14 dage siden
Hvilket afkalkningsmiddel anvendes?	Minuskalk	Hvorfor afkalker du?	Fast interval: Store kalkaflejringer: Mindre kalkaflejringer: <input checked="" type="checkbox"/> Når det tager for lang tid at koge vandet: Andet: vandet ikke igennem filter. <input checked="" type="checkbox"/>
Hvor meget afkalkningsmiddel anvendes per gang?	0,1 dL: 0,5 dL: 1 dL: <input checked="" type="checkbox"/> 2 dL:		

Interviewskema - Færmåling Blødere vand - september 2016

## Kaffemaskinen:

Hvilket mærke er din Kaffemaskine?		Bosch	
Hvornår er din kaffemaskine købt? (bud eller bon dd.mm.åååå)		2015	
Indikationer på stand (foto): Kalkaflejring - tæring - rust - andet: Pæn			
Hvor ofte udskiftes din kaffemaskine?	Hvert år:	Hvad er årsag til udskiftning?	Mode:
	Hvert andet år:		I stykker:
	Andet: 10 år		Tilkalkning:
			Andet:
		Hvor ofte anvendes kaffemaskinen?	Flere gange dagligt:
			Dagligt:
			Ugentligt:
			Månedligt:
			Sjældnere:
Hvor ofte afkalker du?	1 gang pr. måned:	Hvornår er maskinen sidst afkalket (dd / mm / åå)	
	Hver anden måned:		
	Sjældnere:		
	Andet: 6 måned		
Hvilket afkalkningsmiddel anvendes?	Minus kalk		Fast interval:
Hvor meget afkalkningsmiddel anvendes per gang?	0,5 dL:		Store kalkaflejring:
	1 dL:		Mindre kalkaflejring:
	2 dL:		Når det tager for lang tid at lave kaffen:
	3 dL:		Andet:
			Når den lyser.



Interviewskema – Førmåling Blødere vand – september 2016

## Opvaskemaskine:

Hvilket mærke er din opvaskemaskine?		Miele			
Hvornår er din opvaskemaskine købt? (bud - bon dd.mm.åååå)		2005 nov. Bon.			
Indikationer på stand (foto): Kalkaflejringer – tæring – rust – andet: Fin.					
Hvor hyppigt udskiftes opvaskemaskinen?	Årligt:		Hvad er årsagen til at opvaskemaskinen udskiftes?	Kalk:	
	Hvert 3. år:			Slitage:	X
	Hvert 5. år:			Mode:	
	Hvert 10 år:			Kapacitet:	
	Andet:	12-15 år.	X	Miljøvenlighed:	
Afkalker du din opvaskemaskine?	JÅ:	X	Hvor ofte afkalkes maskinen?	Fleere gange årligt:	X
	NEJ:			Ved hvor vask	
				Årligt:	
				Sjældnere:	
Hvor ofte fylder du salt på opvaskemaskinen?	2 gange pr. måned:		Hvilket salt bruger du (hvilket mærke)?	Groft filtersalt. WS	
	1 gang pr. måned:				
	Hver anden måned:	X			
	Sjældnere:	X			
	Når den lyser	X			
Hvor ofte fylder du afspændingsmiddel på opvaskemaskinen?	2 gange pr. måned:		Hvilket afspændingsmiddel bruger du (hvilket mærke)?	Neophos.	
	1 gang pr. måned:				
	Hver anden måned:				
	Sjældnere:	X			
Har du indstillet opvaskemaskinen til hårdt vand? (anfør interval og hvor den er sat på):				Ja:	X
				Nej:	
				Ved ikke:	

Bruger den hver 2-3. dag

Interviewskema – Førmåling Blødere vand – september 2016

## Vaskemaskine:

Hvilket mærke er din vaskemaskine?	Miele				
Hvornår er din vaskemaskine købt? (bud - bon dd.mm.åååå)	26-11-2005 Bon				
Indikationer på stand (foto): Kalkaflejringer – tæringer – rust – andet: Som ny.					
Har der været reparationer i den nuværende vaskemaskines levetid?	Nej: Ja – hvad var galt: elektronikken (i starten)	<input checked="" type="checkbox"/>	Vil du reparere maskinen hvis den går i stykker?	Nej: Ja: Hvis selv kan lave det.	<input checked="" type="checkbox"/>
			Afhænger af:	(Omfang – Pris)	<input checked="" type="checkbox"/>
Hvor hyppigt udskiftes vaskemaskinen?	Årligt: Hvert 3. år: Hvert 5. år: Hvert 10 år: Andet: 12-15 år	<input checked="" type="checkbox"/>	Hvad er årsagen til at vaskemaskinen udskiftes?	Kalk: Slitage: Mode: Kapacitet: Miljøvenlighed: Andet:	<input checked="" type="checkbox"/>
Hvor ofte afkalkes maskinen	Ved hver vask: Løbende: 2 måned Flere gange årligt: Årligt: Sjældnere:	<input checked="" type="checkbox"/>	Hvornår er maskinen sidst afkalket (dd / mm / åå)	____ / ____ / ____	
Hvilket afkalkningsmiddel anvendes?	Matas hexaphosphat		Hvor meget afkalkningsmiddel anvender du?	<input checked="" type="checkbox"/> Tabs <input type="checkbox"/> 0,25 dL: <input type="checkbox"/> 0,5 dL: <input checked="" type="checkbox"/> 1 dL: <input type="checkbox"/> 2 dL: <input type="checkbox"/> Flere dL:	
Hvilket vaskemiddel anvendes?	Formild				
Hvor meget vaskemiddel anvendes pr vask?	0,5 dL: 0.3 dL 1 dL: 2 dL: 3 dL: Andet:	<input checked="" type="checkbox"/>	Doseres efter anvisning på Vaskemiddel?	Ja: Nej: Nogen gange:	<input checked="" type="checkbox"/>
Anvendes skyllemiddel?	Ja: Nej: Nogen gange:	<input checked="" type="checkbox"/>	Hvor meget skyllemiddel anvender du pr. vask?	0,5 dL: 1 dL: 2 dL: 3 dL: Andet:	<input type="checkbox"/>

Interviewskema – Førmåling Bløddere vand – september 2016

Armaturer, perlatorer (luftblandere), wc, baderumsvægge:

Hvornår er følgende indkøbt? (åååå)					
Armaturer (vandhaner, blandingsbatteri):  Perlatorer (Luftblandere) og brusehoved:  Toilettet:		Køkken: 2016			
		Baderum: 28/6 - 10			
		Badeværelse: 28 - 10 - 2010 Køkken: 2016			
		2006 - 2002			
Hvor ofte afkalkes:		Armaturer	Perlatorer og brusehoved	Toilet	Baderumsvægge
	Flere gange ugentligt:				
	Ugentligt:	X		X	
	Hver anden uge:				
	1 gang/måned:				
	Hver anden måned:		X		
	Hvert kvartal:				
	Sjældnere:				
Sker afkalkning samtidig med rengøring?					
Ja. (Perlatorer separat) <span style="float: right;">termiskent. 1.5 måned (snart)</span>					
Hvilken type afkalkningsmiddel anvendes?					
Cilit bang. Perlatorer bruger kogereeddike.					
Hvor meget afkalkningsmiddel anvendes pr. gang?	0,1 dl:		Hvor meget tid bruger du på afkalkning pr. gang?	5 min.:	
	0,25 dl:			10 min.:	
	0,5 dl:			20 min.:	
	1 dl:			30 min.:	X
	Andet:	X		Andet:	

Spray.

Interviewskema - Førmåling Blødere vand - september 2016

Kogninger ved start og slut udført af DTU Miljø

Opstartsbesøg

Vægt før besøg: g

Dato	Kogning 1	Kogning 2	Kogning 3
Tstart	20.1	21.2	21.1
Tslut	99.9	100	100
Q (kWh)	0.108	0.213	0.319
Tid (min:sek)	3:03	6:01	9:03

Afslutningsbesøg

Vægt efter besøg: g

Dato	Kogning 1	Kogning 2	Kogning 3
12/12	14.7	15.3	13.7
Tstart	100	100.1	100.2
Tslut	0.115	0.227	0.341
Q (kWh)	3:20	6:33	9:50
Tid (min:sek)			

## Registreringsskema

## Spørgeskema om din elkedel



Udfyld nedenstående skema hver gang du bruger din elkedel. Det er vigtigt, at du fylder den med 1 liter vand, hver gang du bruger den. Du bør udfylde skemaet, så snart du har tændt elkedlen. Hver 16. gang du koger vand, skal du registrere Kwh som aflæses på Sparometeret.

**SLUK IKKE FOR KONTAKTEN ELLER TAG STIKKET UD I MÅLEPERIODEN.**

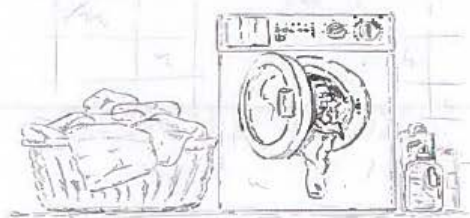
**DU MÅ IKKE AFKALKE KEDLEN I MÅLEPERIODEN.**

Har du spørgsmål, er du velkommen til at kontakte Berit fra DTU på telefon: 9386 4670

	Sæt X hver gang du koger vand	Aflæsning af Kwh (kWh)	Dato (dd/mm)
<b>Eksempel på registrering</b>	X	0.004	3/10
<b>Brug af din elkedel</b>	1. X 28/9		
	2. X		
	3. X		
	4. X 29/9		
	5. X 29/9		
	6. X 1/10		
	7. X		
	8. X 3/10		
	9. X 11		
	10. X 11		
	11. X 4/10		
	12. X		
	13. X 5/10		
	14. X 6/10		
	15. X		
	16. X 7/10		1.658
	17. X 10/10		
	18. X		
	19. X 11/10		
	20. X 12/10		
	21. X		
	22. X 17/10		
	23. X 18/10		



# Spørgeskema omkring tøjvask



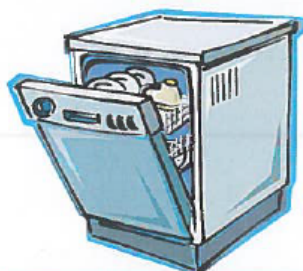
Udfyld nedenstående skema hver gang du vasker tøj. Du bør udfylde skemaet, så snart du har sat vaskemaskinen i gang for at huske at få alle detaljer omkring vasken korrekt anført i skemaet. Har du spørgsmål, er du velkommen til at kontakte Berit fra DTU på telefon: 9386 4670

Hexagon  
Afke/ku  
Dato +  
Mængde

		Dato for tøjvask (dd/mm):	Hvor meget vaskepulver har du doseret (mL)?	Hvor meget skyllemiddel har du doseret (mL)?
Eksempel på registrering:		31 / 8	50	40
Tøjvask:	1.	28-9-16 40°	50 ml. (1kg)	
	2.	3-10-16 40°	40 ml. (2kg)	
	3.	11-10-16 40°	40 ml. (2kg)	
	4.	5-10-16 40°	40 ml. (2kg)	
	5.	7-10-16 50°	40 ml. (2kg)	
	6.	14-10-16 60°	60 ml. (3kg)	
	7.	11-10-16 40°	40 ml. (2kg)	
	8.	11-10-16 40°	60 ml. (3kg)	
	9.	17-10-16 60°	120 ml. (6kg)	
	10.	18-10-16 40°	20 ml. (1/2kg)	
	11.	20-10-16 40°	40 ml. (2kg)	
	12.	24-10-16 50°	40 ml. (2kg)	
	13.	26-10-16 40°	60 ml. (3kg)	
	14.	11-10-16 60°	30 ml. (1kg)	
	15.	28-10-16 40°	40 ml. (2kg)	
	16.	29-10-16 40°	40 ml. (2kg)	
	17.	4-11-16 40°	40 ml. (2kg)	
	18.	7-11-16 40°	40 ml. (2kg)	
	19.	11-11-16 50°	60 ml. (3kg)	
	20.	11-11-16 40°	60 ml. (3kg)	
	21.	17-11-16 40°	40 ml. (2kg)	
	22.	18-11-16 40°	30 ml. (1kg)	
	23.	11-11-16 40°	30 ml.	
	24.	27-11-16 40°	40 ml. (2kg)	


50 ml

## Registrering ved brug af opvaskemaskinen






Udfyld nedenstående skema hver gang du fylder salt og afspænding på opvaskemaskinen. Du bør udfylde skemaet, så snart du har påfyldt salt eller afspænding, for at huske at få det registreret i skemaet. Har du spørgsmål, er du velkommen til at kontakte Berit fra DTU på telefon: 9386 4670

		Dato (dd /mm)	Mængde påflydt (gram)	Type
Eksempel på registrering		3 / 10	100 gram	Neophos salt
<b>Påfyldning af salt</b>  	1.	29/9-16	(fyldt helt op)	W5
	2.			
	3.			
	4.			
	5.			
	6.			
	7.			

5. tænt

		Dato (dd /mm)	Mængde påflydt (dl)	Type
Eksempel på registrering		6 / 10	0,5 dl	finish
<b>Påfyldning af afspændingsmiddel</b>  	1.	29/9	(fyldt helt op)	neophos
	2.			
	3.			
	4.			
	5.			
	6.			
	7.			

## Spørgeskema om afkalkning af baderum, overflader og armaturer



Udfyld nedenstående skema hver gang du afkalker baderum, toiletter, fliser, armaturer osv. Du bør udfylde skemaet, så snart du er færdig med afkalkningen for at huske at få alle detaljer korrekt anført i skemaet. Har du spørgsmål, er du velkommen til at kontakte Berit fra DTU på telefon: 9386 4670

Dato (dd / mm)	Hvor afkalker du? (sæt x)	Tid forbrug (min.)	Afkalkningsmiddel (mærke)	Mængde anvendt (liter / gram)
30/9-2016	Bruseniche / baderum			
	<input checked="" type="checkbox"/> Toilet	30 min.		13 sprøjt/Cilit Bang
	<input checked="" type="checkbox"/> Armatur (køkken, bad)			3 -" - -" -
	<input type="checkbox"/> Perlatorer			
	<input type="checkbox"/> Fliser			
	<input type="checkbox"/> Andet:			
7/10-2016	Bruseniche / baderum			
	<input checked="" type="checkbox"/> Toilet	30 min.		13 sprøjt/Cilit Bang
	<input checked="" type="checkbox"/> Armatur (køkken, bad)			3 -" - -" -
	<input type="checkbox"/> Perlatorer			
	<input type="checkbox"/> Fliser			
	<input type="checkbox"/> Andet:			

Skema 4 - Afkalkning - 2016



## 5.4 Metode til bestemmelse af vurdering af elkedlernes stand (bilag 4)

To metoder blev udviklet i projektet til at beskrive og dermed vurdere tilstanden af elkedlerne efter udsættelse for kogning af vand i 3 måneder. I den første metode indgår en visuel beskrivelse og i den anden en måling af den kraft, der skal til for at lukke låget.

Metoderne er ikke beskrevet i tidligere litteratur, men udviklet undervejs i projektet, da de specifikt giver værdi for vurdering af tilstanden af elkedlerne i dette forsøg.

### Visuel beskrivelse

Efter elkedlerne havde været hos de private deltagere i en 3 måneders periode både i perioden med hårdt og blødere vand gennemgik de en visuel beskrivelse af deres tilstand. Kedlerne blev kategoriseret efter en skala med 7 trin:

1. Ingen kalk
2. Kan se kalk i bunden af elkedlen
3. Kan se kalk i bunden af og op ad siden af elkedlen
4. Som lavere trin og kalk på filter af elkedlen
5. Som lavere trin og kalk på inderside af låget, som er mere end dråber
6. Som lavere trin og at det er svært at åbne og lukke låget
7. Som lavere trin og låget er gået itu

Metoden blev først testet ved at to personer lavede individuel kategorisering efter de 7 trin. Bagefter blev de to vurderinger sammenlignet. Personerne havde lavet ens vurderinger af både perioden med hårdt og blødere vand, hvormed det konkluderes at metoden virker.

### Kraft til at lukke låg

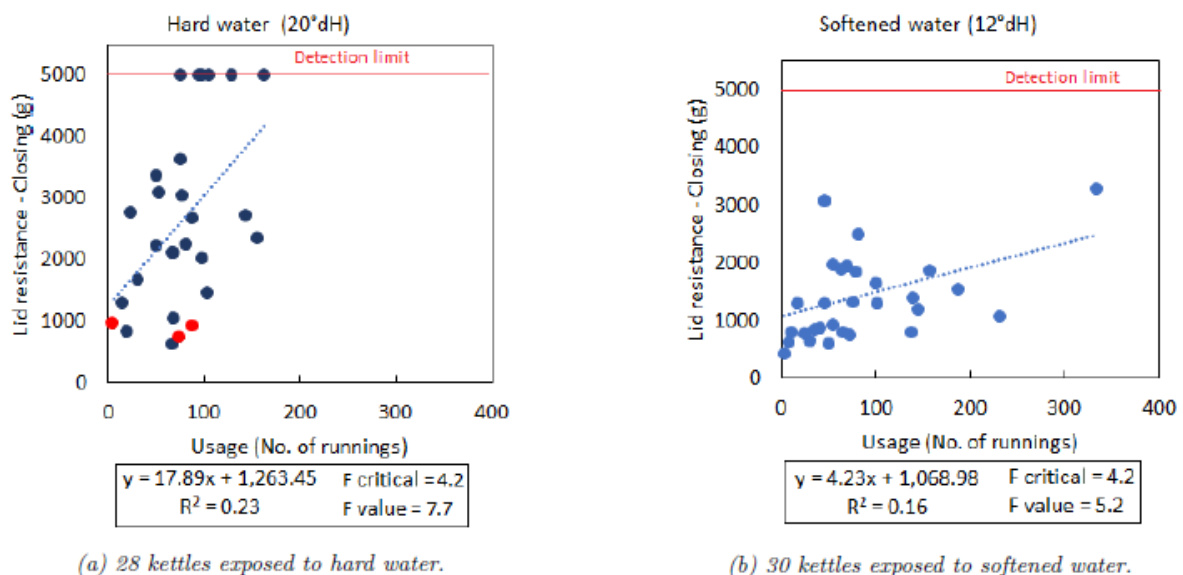
Denne metode blev udviklet for at kunne måle hvor meget kraft der skal til for at lukke låget på elkedlen. Set-uppet bestod af en vægt monteret med en holder (i pap) formet til at elkedlen fastholdes.



Figur 5-10. Foto af forsøgsopstilling til måling af kraft til at lukke låg på elkedler fra perioderne med hårdt og blødere vand.

Henover elkedlen på vægten var et stativ med en skrue, som tilfører elkedlens låg kraft, som ved tilstrækkelig kraft lukker låget. Skruen kunne langsomt drejes og dermed øge kraften til lukning af låget. Kraften aflæses på vægten. Aflæsningen blev foretaget når den maksimale modstand kunne aflæses. Aflæsningen blev foretaget 5 sekunder efter drejning af skruen ophørte.

Da vægten ikke stabiliserede sig på et tal er der usikkerhed i denne målemetode. Da alle elkedler blev vurderet på samme måde, vurderes det, at metoden giver en god indikation på den oplevede modstand ved lukning af låget.



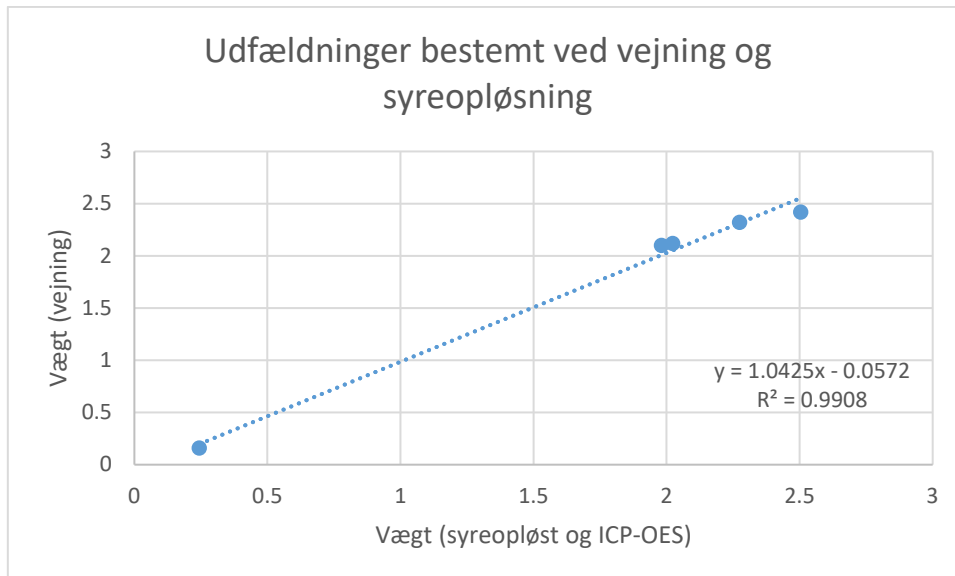
Figur 5-11. Kraft (g) til at lukke låg målt på 28 kedler fra perioden med hårdt vand og 30 fra perioden med blødere vand som funktion af antal kogninger. To kedler fra perioden med hårdt vand er ikke med, da den ene var itu og den anden en outlier. De røde målinger i perioden med hårdt vand er kedler som har været afkalket i forbindelse med målinger af mineraler i kalkudfældninger (Engell, 2018).

Forsøget viste (Figur 5-11), at der er en lineær sammenhæng mellem kraft anvendt til at lukke låget af kedlerne både for perioden med hårdt og blødere vand, samt at kraften er højest i perioden med hårdt vand (18 g/kogning) i forhold til perioden med blødere vand (4 g/kogning). Det er hermed vist, at jo flere kogninger der foretages, jo mere kraft skal der påføres for at lukke låget på elkedlerne. Det er også vist at kraften, der skal til for at lukke låget på elkedlen stiger hurtigere når vandet er hårdt end blødere. Kalkudfældningerne påvirker dermed kedlernes lukkeevne mest i perioden med hårdt vand. Denne effekt kan have negativ påvirkning af levetiden.

Røntgenanalyse af kalken i elkedlerne viste, at calcit var dominerende (91%) i forhold til aragonit (9%). Betydning af typen af krystalform er ikke undersøgt videre.

## 5.5 Metode til bestemmelse af kalkudfældninger i elkedler (bilag 5)

For at undersøge om vægt bestemt ved vejning på elektronisk vægt er et præcist udtryk for kalkudfældning, lavede vi en sammenligning med syreopløsning af udfældningerne med måling af opløste calcium, magnesium og jern-ioner.



Figur 5-12. Sammenhæng mellem vægt af udfældninger i fem elkedler fundet ved vejning på en vægt som funktion af udfældninger opløst i syre og efterfølgende analyseret for calcium, magnesium og jernioner vha. ICP-OES.

Vi fandt en tilnærmelsesvis lineær sammenhæng når de afbildes som vejning på digital vægt som funktion af beregnet vægt af udfældninger fra syreopløsning og analyse på ICP-OES, Perkin Elmer, Avio 200. Korrelationen er 0.9899, da dette er tæt på 1 vurderer vi, at det er tilstrækkeligt at anvende vægt af udfældninger fra vejning på digital vægt. Derfor er det denne vægtbestemmelsesmetoder vi anvender i resultatafsnittet for kalkudfældninger.

## 5.6 Metode til måling af elforbrug ved kogning af vand (bilag 6)

Deltagerne i målingerne i Før-perioden fik installeret en elkedel af mærket OBH Nordica Nemo i farven sort, for at kalkudfældninger var tydeligere at se. Elkedlens stik blev sat i et SparOmeter, der blev sat i en stikkontakt. I Figur 5-13 er elkedel og SparOmeter vist.



Figur 5-13. Elkedel anvendt i målingerne og SparOmeter anvendt i Før-periodens målinger.

SparOmeteret (Figur 5-13) er en bi-elmåler, som viser elforbruget på det elektriske apparat der er sat i kontakten. Den måler også tidsforbruget i perioden, hvor der bruges strøm.

Ud fra elforbruget angivet i kWh har vi beregnet den oplevede varmekapacitet. Sammenhængen mellem elforbruget ( $E$ ), volumen eller masse af vand ( $m$ ) i elkedlen, vands specifikke varmekapacitet ( $c$ ) og temperatur før og ved kogning ( $\Delta T$ ) er givet ved ligningen:

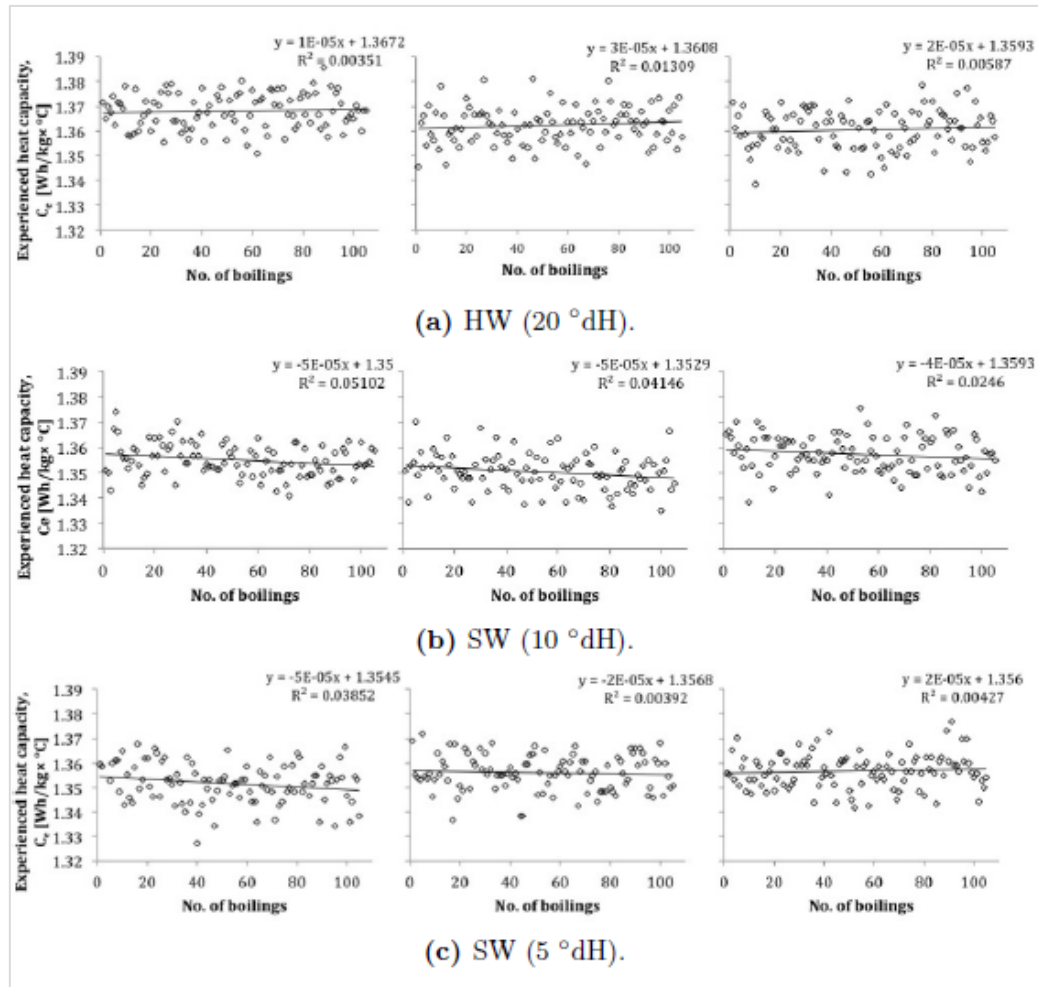
$$E = mc\Delta T$$

Da der ved hver kogning som vi foretog ved start- og slut-besøget blev afmålt 1L vand vha. en enliters målekolbe og temperaturen målt vha. digitalt termometer af mærket Superfast Thermapen (se Figur 5-15) kendte vi alle parametre i ligningen ovenover. Da det vi testede var om kalkudfældninger havde en effekt på elforbruget valgte vi at beregne den oplevede varmekapacitet, dvs.:

$$c = E/(m\Delta T)$$

Som har enheden Wh/(kg K). Hvis kalkudfældninger har en effekt ville vi se en øget oplevet varmekapacitet i takt med at kalkudfældningerne tog til. Resultaterne er vist i rapporten (Figur 2-9).

Valbjørn, 2017 undersøgte om elforbruget stiger med øget kalkudfældninger. Valbjørn (2017) testede tre niveauer af hårdheder (5, 10 og 20 °dH) og der var ingen effekt af kalkudfældninger på elforbruget for hårdhederne (Figur 5-14).



Figur 5-14. Oplevet varmekapacitet som funktion af antal kogninger under forsøg med måling på 9 kedler ved 3 forskellige hårdheder (20, 10 og 5 °dH).



Figur 5-15. Termometeret SuperFast Thermapen anvendt til måling af temperatur ved start- og slutbesøg i Før-perioden.

I løbet af Før-perioden udfyldt deltagerne registreringsskemaet for at registrere hver gang de kogte vand i elkedlen og registrere de akkumulerede strømforbrug med jævne intervaller. Deltagerne måtte ikke afkalke elkedlen i hele måleperioden.

## 5.7 Referat af møde med Lise Rise fra Diversey Care (bilag 7)

Dato: 12.12.2016  
Opgave: Møde med Lise Rise, Diversey Care vedr. effekter af blødere vand

Afsender: Dorthe von Bülow

Modtager: Søren Christiansen, Berit Godskesen DTU

### Møde med Lise Rise, Diversey Care vedr. effekter af blødere vand i forhold til brug af kemi og vaske- og rengøringsmidler

#### Opsummering:

Møde afholdt 30. november 2016 med Lise Rise, Senior Application Expert, biolog og toksikolog. Diversey Care, afdeling under det globale firma Sealed Air. Et af de store globale firmaer i Danmark inden for rengøringsystemet til professionelle. Andet stort globalt firma i Danmark er EcoLab.

Danmark er helt særlig i forhold til både Norden og Nordeuropa mht problemer med kalk i vandet, hvilket har betydning for anvendelse af rengøringsmidler, sæbe og afkalkningsmidler, blødgøringsanlæg mv.

#### Kalk i vandet

Ved hårdt vand kan følgende registreres i forhold til vask og rengøring, miljø mv.:

- **Rengøring:** Hårdt vand sammen med brug af almindelig fast håndsæbe bevirker, at snavset sætter sig som en hinde på overflader som håndvaske, køkkenoverflader og baderum. Det skyldes at kalken i vandet binder snavset.
- Med brug af flydende håndsæbe er der mindre rengøring. I stordrifts-sammenhænge som hoteller er det derfor billigere at bruge flydende end fast sæbe, som kræver mindre rengøring.
- Der findes ikke kalkbinder i universalrengøringsmidler, f.eks. til gulvvask og anden rengøring af overflader. Disse midler er tilsat citronsyre, som afkalker.
- Til rengøring af toiletter, håndvaske og badefaciliteter bruges sure sanitetsrengøringsmidler, med citronsyre.
- **Vask:** Når vand varmes op, fælder kalken i vandet fælder, det sker fra 55 grader.
- Det er grunden til, at der tilsættes kalkbinder i vaskepulver, så kalken 'neutraliseres' og de vaskeaktive stoffer kan vaske rent.
- Der tilsættes ikke kalkbinder til flydende vaskemidler. Derfor vasker de dårligere end vaskepulver ved vask over 40 grader ligesom der sætter sig mere kalk i vaskemaskinen, med mindre der tilsættes 'Minus kalk' eller eddike til vandet.

- Risikoen for dannelse af biofilm i vaskemaskine og opvaskemaskine er større ved kalk i vandet. For at fjerne biofilm skal man kogevaske ca. 1 gang om ugen. I modsat fald kan der opstå et hygiejneproblem, idet kalken som nævnt binder snarere til vandet. Af samme grund skal plejehjem kogevaske. Vaskepulver kan bruges til kogevaske, selvom de for at opnå Svanemærket ikke må informere om, at vaskepulveret kan bruges til kogevaske.
- Angående Svanemærke på vaskemidler, hvis vi ønsker mere information herom kan vi kontakte Miljømærkesekretariatet, Michael Kristensen og tjek Vaske-middelforordningen om krav til Svanemærkning af vaskeprodukter.
- Kalk i vandet gråner hvidt tøj og pletter er sværere at fjerne fra tøj, da kalken sætter sig i tøjet og modvirker, at de vaskeaktive stoffer kan virke optimalt.
- Opvask: Opvaskemaskinen tager vand i starten til at rense filteret i maskinens blødgøringsanlæg, der sker en regenerering af anlægget. Jo længere tid det tager inden maskinen begynder at vaske op, jo mere vand bruges og jo mere slidt er anlægget. På et tidspunkt går filteret i stykker, og da det ofte ikke betaler sig at skifte filteret, bliver hele opvaskemaskinen udskiftet.
- Kalk i vandet forårsager dannelse af biofilm i opvaskemaskinen (ved brug af programmer med temperatur under 60 grader). Dette er især vigtigt i de professionelle køkkener, som bør vaske ved højere varmegrader end 60.
- Med hensyn til flydende opvaskemiddel til opvask i hånden ... (spørgsmål sendt til Lise Rise)
- Tørretumblere: Ved hårdt vand vil der sætte sig kalk fra tøjet i tumblers tromle og filter. Dette har muligvis indflydelse på tørretumblers levetid.
- Kemi: Mængden af kemi doseres ikke i forhold til vandets hårdhed. Hvis vi ønsker yderligere oplysninger, kan vi kontakte John Holberg, Sealed Air, Food Care afdelingen.
- Professionelle: Blødgøringsanlæg slides ved hyppig regenereringsfrekvens.
- På vaskemidler til professionelle er der ikke doseringsanvisninger. Det forudsættes at der vaskes i blødt vand.
- Miljø: Et kalkbinderstof som EDTA binder calciumionerne til vandet, der er tale om et stof, som ikke er særligt nedbrydeligt i renseanlæg og derfor kan komme videre med slammet ud i miljøet. Kalkbindende stoffer i rengøringsmidler og i vaskepulver, som stoffet EDTA binder også i en eller anden grad tungmetaller, som så ligeledes kan komme med slammet ud i miljøet. Man genindvinder i dag fosfater på renseanlægget, som bruges i landbruget.
- Andre kalkbindermidler som NGDA er ikke deklareringspligtig. Har det betydning for miljøet?

#### Effekter ved indførsel af blødere vand i forhold til vask og rengøring, miljø mv:

- Rengøring: Der skal ikke doseres mindre rengøringsmiddel ved blødere vand med mindre det af rengøringsmidlet fremgår, at det skal doseres i forhold til vandets hårdhed. Det betyder alt andet lige, at HOFOR **ikke kan opretholde** anbefaling med at dosere 30 % mindre rengørings- og afkalkningsmiddel.
- Til rengøring af toiletter, håndvaske og bade faciliteter skal der ikke bruges mindre rengøringsmiddel.
- Derimod oplyses, at der vil være mindre behov for rengøring og afkalkning med blødere vand, så rengøringsfrekvensen vil blive reduceret og rengøringsresultatet vil blive bedre.
- Snavset sætter sig ikke i samme grad som med hårdt vand, det samme gælder kalkpletter på overflader.



- Ved blødere vand vil der samlet set være mindre behov for at bruge stærke afkalkningsmidler til rengøring og afkalkning. Brug mil afkalker hyppigere snarere end stærke kalkfjerningsmidler.
- Personlig hygiejne: Ved håndvask med flydende håndsæbe skal der doseres det samme som ved hårdt vand. Det betyder, at **vi ikke kan opretholde** vores anbefaling med at dosere 30 % mindre, når det drejer sig om flydende sæbe.
- Ved brug af shampoo og flydende showergel ... (spørgsmål sendt til Lise Rise).
- Vask: Der kan bruges mindre vaskepulver, når vandet bliver blødere, idet der er behov for mindre kalkbinder til at binde kalken i vandet. Det samme gælder ikke flydende vaskemidler. Men vores anbefaling skal være, at folk skal følge anvisningen på vaskemidlet. Det betyder, at HOFOR **kan opretholde** anbefalingen med at reducere forbruget med 30 %.
- Mindre kalk i vandet betyder, at der vil være mindre kalk i håndklæder, som frigives ved vask og når man tørrer sig efter bad. Det vil give 10 % mindre kalk fra kilderne i tøjet.
- Hvidt tøj vil holde sig hvidt og ikke længere blive gråt som med hårdt vand.
- Man vil opnå bedre pletfjerning med blødere vand, da kalken i vandet ikke i samme grad vil modvirke de vaskeaktive stoffers vaskeaktivitet.
- Opvask: Det er ligegyldigt med vandets hårdhed i forhold til brug af opvasketabs. Der bruges den samme type All-in-one tabs over hele landet. Opvasketabs er formentlig sammensat i forhold til 'Esbjerg' vand. Opvaskemaskinen regulerer i kraft af maskinens blødgøringsanlæg.
- Med hensyn til brug af flydende opvaskemiddel ved blødere vand ... (spørgsmål sendt til Lise Rise).
- Ved blødere vand opnås øget levetid for opvaskemaskinen, da filteret holder længere. Det betyder, at der opnås besparelser på produktion, emballage og transport af opvaskemaskiner og salt til regenereringsanlægget.
- Desuden bliver service og glas pænere, da der forekommer mindre kalkafsætninger, færre kalkpletter.
- Tørretumblere: Ved blødere vand vil tørretumbleren muligvis få længere levetid, da der sætter sig mindre kalk i tromlen og filter.
- Professionelle: Blødgøringsanlæg vil holde længere, saltfilteret vil holde længere ved blødere vand.
- Med blødere vand vil nogle boligselskaber skippe deres blødgøringsanlæg til varmtvandsanlæg og vaskeri.
- Miljø: Der udskilles mindre kalkbinder som EDTA til renseanlægget. Det har muligvis positiv betydning for genanvendelsen af slam fra renseanlægget til landbruget.
- Ved blødere vand vil det være muligt at vælge materialer i byggeri og til installationer, der ikke skal kunne tåle syre.

## **6 Bilag – Antropologundersøgelse**

### **6.1 Antropologundersøgelse erhverv**

### **6.2 Antropologundersøgelse private husholdninger**

### **6.3 Antropologundersøgelse metode**

# ANTROPOLOGUNDERSØGELSE – ERHVERV

Oplevede effekter af blødere vand i virksomheder,  
boligafdelinger og ældrecentre i Brøndby, juni 2018



**Asmus Gemmer Haastrup, Antropolog**

Bilag 6.1 til DTU rapport

Før- og eftermålinger af effekter af blødgøring i Brøndby  
Januar 2019

## Indhold

Erhvervsinterviews .....	2
Resultater fra erhvervsinterviews.....	3
1. Oplevelser og forventninger til blødere vand .....	4
2. Økonomiske effekter vægter ikke alene .....	8
2.1. Større arbejdsglæde og mere produktiv tid.....	9
2.2. Boligafdelinger: Vi ser det som "beboerservice" .....	12
2.3. Ældrecentre: Velfærdseffekter for de ældre.....	13
2.4. Virksomheder: Effekt på produkt og proces.....	15
2.5. Virksomheder med stort vandforbrug .....	17
3. Storskala effekter .....	20
3.1. Blødere vands betydning for rør .....	22
4. Sammenfatning - antropologisk erhvervsanalyse .....	24
Referenceliste .....	27
Eksempel på interviews med Erhverv – unikke erfaringer med det blødere vand .....	28
1. Virksomheder .....	28
2. Boligafdelinger.....	32
3. Ældrecentre.....	37

## Erhvervsinterviews

I denne rapport præsenteres resultaterne fra interviews med driftsmedarbejdere og rengøringspersonale i 6 erhverv i Brøndby gennemført i perioden marts – juni 2018. Det drejer sig om vintapperiet Taster Wine og mikro-bryggeriet Skands Bryggeri, som begge bruger vand i produktionen, to boligafdelinger Bo-Vest afdelingen Gurrelund og DAB afdelingen Albjergparken samt to ældrecentre Ældrecenter Æblehaven og Ældrecenter Nygårds Plads. På nær mikrobryggeriet har de øvrige erhverv deltaget i de tekniske målinger i *Før- og Eftermåling er af effekter af blødgøring i Brøndby*. Når der refereres til erhverv omfatter det derfor både virksomheder, boligafdelinger samt institutioner.

De 6 interviews drejer sig om erhvervsoplevelser, erfaringer og forventninger til blødere vand. Med andre ord er det de ikke-kvantificerbare effekter ved blødere vand, der er i fokus.<sup>1</sup>

Undersøgelsen blev gennemført som dybdegående interviews af 45-60 minutters varighed suppleret af observationer på stedet. Observationerne medvirkede til at opnå en forståelse for og understøtte interviewpersonernes udtalelser. Interviews tog udgangspunkt i erhvervenes interesser, bekymringer og unikke erfaringer, således at de selv kunne tale om de emner og oplevelser ved blødere vand, de fandt væsentlige.

Mikrobryggeriet blev taget med i interviewrunden, fordi virksomheden er en af de virksomheder i Brøndby, der bruger hanevand direkte i produktionen.

Resultaterne fra de 6 dybdegående interviews er senere blevet understøttet af 22 kortere telefoninterviews med driftsansvarlige: 1 ældrecenter, 10 udvalgte virksomheder hvor vand indgår som en vigtig del i produktionen, samt 11 større boligafdelinger i Brøndby.<sup>2</sup> I alt repræsenterer de driftsansvarlige i boligafdelingerne 70 % af de almene boliger i Brøndby, og gennemsnitligt 42 % af alle borgere i Brøndby. For en gennemgang af metode og eksempel på spørgeguide blandt erhverv anvendt i både de dybdegående interviews og telefoninterviews, se Bilag 6.3. Alle erhverv fra telefoninterviews er anonymiseret i rapporten.

---

<sup>1</sup> I bilag 6.3 findes et eksempel på en spørgeguide, hvor oplevelser med det blødere vand afdækkes under emner, som spænder vidt fra de tekniske installationer og husholdningsapparater og økonomi til miljøhensyn og smagen og følelsen af vandet. Spørgeguiden er udarbejdet af Asmus Haastrup i samarbejde med øvrige deltagere i Før – og Eftermålingsprojektet.

<sup>2</sup> Telefoninterviews blev gennemført af Dorthe von Bülow, antropolog PhD projektleder i HOFOR.

## Resultater fra erhvervsinterviews

I de følgende afsnit præsenteres de overordnede resultater for antropologundersøgelsen blandt erhverv i Brøndby. Desuden præsenteres i bilag 6.1a resultater, som er mere specifikke for den enkelte virksomhed, boligafdeling eller ældrecenter og af betydning for netop denne virksomhed og de driftsansvarliges oplevelser og opfattelser af det blødere vand. I analysen inddrages relevant antropologisk litteratur for at undersøge og understøtte væsentlige analytiske resultater.

Først i rapporten præsenteres nogle af de faktorer, der gør at det er svært at observere forandringer eller effekter ved det blødere vand så tidligt efter introduktionen i september 2017. Der er tale om faktorer, der har betydning for det billede det enkelte erhverv, driftsperson eller rengøringsassistent danner sig af det blødere vand. Dernæst præsenteres en række resultater, som centrerer sig omkring spørgsmålet om, hvorvidt det blødere vand vil være en god forretning for det enkelte erhverv eller ej. I analysen peges på, hvordan et utal af andre faktorer end økonomi spiller ind i den vurdering og i nogle tilfælde er vigtigere for erhvervene end den økonomiske besparelse, som HOFOR har kommunikeret. Til sidst vurderes de faktorer, der kan ses at have betydning i en større samfundsmæssig skala.

En sammenfatning af de væsentligste analytiske pointer i antropologundersøgelsen for erhverv findes s.24.

## 1. Oplevelser og forventninger til blødere vand

*Når toiletterne ikke virker mere, så skifter vi dem. Man kan sige, at hvis man efter at have fået blødere vand (...) opsatte nogle nye toiletter, og havde noteret det ned, så ville vi have et bedre overblik over, hvornår de skulle renses. Men i de gamle toiletter vi har, som har stået, og bruges forskelligt, der kan vi ikke få et billede af det. I så fald skulle man virkeligt rense dem alle sammen ned på samme tid.*

*Ejendomsservicetekniker, Ældrecenter Æblehaven*

Samtlige virksomheder påpegede, at vi var for hurtigt ude med at spørge ind til deres erfaringer med det blødere vand. De har endnu ikke dannet sig et fuldt overblik over de positive og negative effekter ved det blødere vand. Dette har flere årsager:

- For det første er det formentligt de færreste virksomheder og borgere i Brøndby, der på samme måde som med dette projekts målinger har skabt en grobund for et kontrollet forsøgsmiljø, hvor man med stor sikkerhed kan identificere effekterne ved det blødere vand. Det er de færreste, der har afkalket toiletter og perlatorer, skrubbet al kalkbelægningen af badeværelsesvæggen, fået afsyret varmtvandsbeholderen eller haft tid til at indstille deres blødgøringsanlæg efter den nye hårdhedsgrad<sup>3</sup>, da forsyningen overgik til det blødere vand. Dette vidner om, at overgangen til det blødere vand finder sted i en hverdag, der allerede er i fuld gang, og hvor medarbejderne har mange andre arbejdsopgaver og hensyn, de må passe. Erfaringer fra interviews med privatpersoner i deres hjem viser, at de der har afkalket lige før overgangen til det blødere vand oplever en stor forskel.
- For det andet har de fleste ikke et overblik over, hvornår et toilet, armatur, bruserhoved eller brusebatteri sidst er blevet afkalket eller en perlator udskiftet, og ofte afkalkes der først, når en kollega melder tilbage til driftsmedarbejderen om en tilkalkning. På grund af manglende overblik og tilbagemeldinger er det svært for driftsmedarbejderne at vurdere,

---

<sup>3</sup> Som eksempel kan nævnes mikrobryggeriet, som ikke havde været opmærksomme på at få indstillet deres ionbytningsanlæg, idet de havde været helt fokuseret på at få tilpasset produktionen til det blødere vand. (Observation et halvt år efter lanceringen).

hvornår der er behov for afkalkning. De har meget svært ved at vurdere om færre tilbagemeldinger om tilkalkning er udtryk for en effekt som følge af blødere vand, eller om det blot skyldes, at deres kolleger ikke i tilstrækkelig grad henvender sig til dem om tilkalkning.

- Telefoninterviews med driftsansvarlige og interview med ejendomschef for vintapperi vidner desuden om, at mange virksomheder har eksterne rengøringsfirmaer til at stå for rengøring. Da rengøringsfirmaerne ofte også står for afkalkning af perlatorer, brusehoveder, elkedler, kaffemaskiner mv., ved driftsmedarbejderen reelt ikke (og har ringe mulighed for at få at vide), om behovet for afkalkning er blevet mindre siden indførslen af blødere vand. Driftsmedarbejderne vil derfor med fordel kunne tage en dialog med rengøringsfirmaerne, hvor der kan sættes nye intervaller for afkalkning. Det kan muligvis reducere mandetimer på rengøring og betyde en økonomisk fordel for virksomheden. På samme måde udliciterer mange virksomheder kantinedriften, og driftspersonerne i virksomhederne kender ofte ikke til effekterne i køkkenet og kantinen, fordi det er kantinepersonalet, der står for afkalkningen.
- Flere afkalkningsopgaver foregår i fastlagte intervaller. Eksempelvis afkalkedes kaffemaskinerne på et ældrecenter, når der var blevet brygget 40 poser kaffe på dem. Når intervallerne er faste, kan det være svært at vurdere, om det blødere vand har haft en effekt i form af mindre tilkalkning. Den oplevede effekt vil først indtræffe, hvis afkalkningsbehovet revurderes af personalet, og nye intervaller og rutiner træder i kraft.
- Af andre eksempler kan nævnes forskellen på indkøbere af rengøringsmidler i to forskellige institutioner i Brøndby. Den ene købte stadig de samme mængder rengøringsmidler ind efter samme interval og i samme mængder som før blødere vand uden først at tjekke lageret. Den anden indkøber havde ført opsyn med mængderne af tilbageværende rengøringsmiddel og justeret indkøbsmængden derefter. Hun havde næsten halveret indkøbsmængden. Det er altså ikke tilstrækkeligt at evaluere udelukkende på baggrund af indkøbsmængden.
- I en virksomhed var blødgøringsanlægget til produktionen indstillet til at regenerere anlægget efter et vist vandforbrug. Med blødere vand kunne dette interval øges. Men på grund af travlhed var dette først blevet gjort lang tid efter overgangen til det blødere vand. Denne indstilling kunne mindske deres forbrug af salt til egen blødgøring og mindske slid på anlægget, da vandet regenereres mindre hyppigt. Fra telefoninterviews med virksomheder ved vi, at samtlige virksomheder med blødgøringsanlæg har reduceret forbruget af salt, i flere tilfælde vurderet til en halvering.



- Flere af virksomhederne har endnu ikke fået afsyret deres varmtvandsbeholdere og varmevekslere, fordi det foregår i faste serviceintervaller. De har derfor ikke en fornemmelse af effekten endnu. De forventer dog alle, at serviceintervallet vil kunne reduceres. Det kræver imidlertid, at driftsmedarbejderen er opmærksom på at vurdere effekten af det blødere vand på ophobning af kalk i beholderen og revurdere behovet for afsyring. Hvis man blot fortsætter med det samme serviceinterval, vil der ikke være en oplevet effekt på varmtvandsbeholderen. I nogle tilfælde finder afsyringen imidlertid sted én gang hvert andet år, hvor størstedelen af perioden kan have forløbet, mens der stadig var hårdt vand. I disse tilfælde vil virksomheden muligvis først rigtigt opleve effekten ved den næste afsyring et par år ude i fremtiden. I de virksomheder, hvor man har fået afsyret, observerer driftsmedarbejderen en tydelig forskel i mængden af kalk i beholderen, og i samtlige af disse tilfælde forventer de, at behovet for afsyring vil mindske.
- I næsten samtlige telefoninterviews med virksomheder er de driftsansvarliges første indskydelse, at de ikke har oplevet en forandring som følge af blødere vand. Ofte fortsætter de dog med det samme med at fortælle om de mange steder, hvor de har kunnet se en forskel. Det blødere vand indgår kun som en meget lille del af den daglige og travle arbejdsgang, og derfor er det næsten en selvfølgelighed, at de ikke har reflekteret over effekterne ved det blødere vand, før de udspørges i telefoninterviewet. Dette vidner om, at en simpel statistisk rundspørge formentlig ville have givet et helt andet resultat, end det er tilfældet i denne undersøgelse, hvor alle driftsansvarlige i de 21 telefoninterviews udtrykker glæde over, at der er kommet blødere vand. Især er det tydeligt, at virksomheder der har fået afsyret deres varmtvandsbeholder - hvor de alle har set en stor effekt – generelt er blevet mere opmærksomme på andre steder, hvor det blødere vand også har haft en effekt.

Som det fremgår af ovenstående er der hos flere af interviewdeltagerne en usikkerhed om effekterne ved det blødere vand, da de ofte er svære at observere i den daglige drift. Desuden er der et stort spænd blandt interviewdeltagerne i deres forventninger til, hvornår de vil mærke til effekterne af det blødere vand.

Effekterne kommer tydeligst til udtryk i de virksomheder og ejendomme, hvor varmtvandsanlægget er blevet afkalket efter indførslen af blødere vand. For nogle vil effekterne først vise sig, når årsregnskabet gøres op, når næste års budget skal lægges, eller når anlæg,

installationer og toiletter bliver afkalket rutinemæssigt eller ved tekniske fejl – måske år ud i fremtiden.

For det andet viser ovenstående, at de driftsansvarlige med fordel kan evaluere og revurdere deres rutiner omkring afkalkning, revurdere serviceaftaler og sikre sig at vaskemaskiner i vaskerier, blødgøringsanlæg og andet udstyr er indstillet til vandets nye hårdhed.

## 2. Økonomiske effekter vægter ikke alene

I Rambølls undersøgelse af effekterne af blødere vand vurderes effekterne af blødere vand for såvel vandforsyninger som for private husholdninger, private og offentlige virksomheder samt for særligt vandforbrugende virksomheder (Rambøll 2017, 58). I denne rapportes antropologiske erhvervsanalyse har fokus været på de to sidstnævnte kategorier. Det fremgår imidlertid ikke tydeligt i Rambølls rapport, hvad der indbefattes af ordet ”virksomhed”. Således er det ikke tydeligt om ’private og offentlige virksomheder’ kun indbefatter producerende virksomheder, eller om også boligselskaber, ældrecentre, daginstitutioner mv. er inkluderet. I denne rapport omtales samtlige boligafdelinger, producerende virksomheder og offentlige institutioner under fællesbegrebet ’erhverv’, mens ’virksomheder’ refererer til producerende virksomheder.

Rambølls rapport har især til formål at vurdere de økonomiske effekter ved blødere vand for de enkelte kategorier, eksempelvis for de ’særligt vandforbrugende virksomheder’, såvel som for den samlede samfundsøkonomi. Rambølls analyse tager udgangspunkt i faktorer, som kan kvantificeres med relativ stor sikkerhed, mens mere usikre faktorer omtales som potentielt at have en betydning, og andre faktorer såsom vandforbrug til løbende toiletter slet ikke omtales. Naturligvis kommer denne usikkerhed af, at der endnu ikke før denne undersøgelse forelå konkrete erfaringstal, og at mange faktorer er svære at kvantificere, såsom hvor lang tid danskere gennemsnitligt lader toilettet løbe, før de afkalker det.

Analysen der følger her peger på, at mange flere faktorer end der er præsenteret i Rambølls rapport spiller ind. Samtidig bliver det meget tydeligt, at der er andre positive effekter ved det blødere vand, som er lige så vigtige for erhvervene som at spare penge. Økonomien er i alle tilfælde for erhvervene en baseline, de må forholde sig til – udgifter og besparelser skal som minimum helst gå i nul – det er blot en forudsætning, men den ekstra udgift til blødere vand er ikke det, der fylder mest for erhvervene. Denne meget væsentlige pointe vil blive præsenteret for henholdsvis boligafdelinger, ældrecentre og virksomheder i hvert deres afsnit. Første afsnit viser, at driftsfolkene på tværs af erhverv oplever en generel positiv effekt ved det blødere vand i form af mindre arbejdstid på opgaver relateret til afkalkning og rengøring, egen såvel som eksterne arbejdstid, og hvordan dette påvirker deres arbejdsglæde og værdi for arbejdsgiveren.

## 2.1. Større arbejdsglæde og mere produktiv tid

*”Men det bløde vand gør jo, at vi bruger væsentligt mindre salt [til vores blødgøringsanlæg]. Vi bruger nu en sæk om måneden. Jeg tror, det er en halvering, hvis det ikke er mere... Det er både en fordel, fordi jeg slipper for at løfte så meget. 25 kilos sække lyder måske ikke af så meget, men de skal alligevel slæbes og håndteres og gøres ved, og de skal købes hjem også, så der er noget økonomi i det, og min arbejdssituation er blevet bedre. Jeg håndterer dem jo manuelt, for jeg skal ind og ramme ind i et lille hul, så alt det arbejde med at købe det, flytte det og slæbe det er blevet halveret.” –*

*Ejendomsinspektør, Taster Wine vintapperi.*

Både på Taster Wine samt hos de øvrige erhverv er der en forventning om at kunne bruge mindre tid på opgaver, der relaterer sig til kalk. Heriblandt især afkalkning af perlatorer, brusebatterier, brusehoveder, brusebad, armaturer og toiletter. Driftspersonerne forventer, at mindre tilkalkning af disse vil frigive tid til andre arbejdsopgaver i en travl arbejdsgang. Hos Bo-Vest Gurrelund og Ældrecentret Nygårds Plads har man kunnet se et stort dyk i behovet for afkalkning af indmad i toiletter. De fleste andre har endnu ikke mærket den helt store forskel med hensyn til behovet for afkalkning.

Blandt rengøringspersonale er der en forventning til, at afkalkning af fliser og overflader under rengøring vil kunne gøres hurtigere og ikke være så fysisk hårdt, som det oftest er. Samtidig skal personalet ikke udsættes så meget for de nogle gange voldsomme dampe fra de skrappe afkalkningsmidler, man nogle gange er nødsaget til at anvende for at komme kalken til livs, som citatet nedenfor illustrerer. Det vil desuden i et kommunalt rengøringsregi kunne frigive tid til at rengøre andre steder med større grundighed inden for det eksisterende tidsinterval, der er afsat til rengøringen. Et mere rent hjem kan for beboeren oversættes direkte til øget velfærd.

*Det vil helt klart være en fordel med blødere vand. Vi hælder jo stærke afkalkningsmidler i toilet og afløb, vi har ikke tid til at stå og vente [på at de afkalker]. Vi bruger Kalk-væk og Kalk Dræber. (...) det vil have betydning for arbejdsmiljøet. Vi skal bruge handsker og sikkerhedsbriller, når vi afkalker.*

*Ejendomsmester i boligafdeling.*

Afkalkningsrelaterede opgaver opfattes som trivielt arbejde for medarbejderen og som tid, der ville være bedre givet ud for erhverv et andet sted. Samtidig fremhæves det, at afkalkningsrelaterede opgaver ofte kan medføre et fysisk slid på medarbejderen. Det blødere vand forventes af erhvervene at kunne afhjælpe dette.

For visse jobfunktioner er der altså en forventning til, at det blødere vand vil øge arbejdsglæden, ved at medarbejderen oplever et mindre slid på kroppen, og ved en gang imellem at få tid til at drikke en kop kaffe og 'trække vejret' i en travl arbejdsdag. Desuden er der med det blødere vand en forventning om en større følelse af at udføre et produktivt stykke arbejde, og det vil samtidig frigive tid for medarbejderen, som denne kan bruge på arbejdsopgaver, som skaber synlig værdi for virksomheden.

Driftsmedarbejderens primære opgaver har at gøre med vedligeholdelse. Kalkrelaterede opgaver, der knytter sig til at afkalke og fjerne kalkafsætninger, er af denne type. For at forstå, hvorfor driftsmedarbejderen ikke opfatter denne type opgaver som produktivt arbejde, er det relevant at forholde sig til, hvad der skrives i antropologien om arbejdsfordeling mellem mænd og kvinder. Michelle Rosaldo viser i en komparativ analyse af adskillige samfund i verden, at i samfund hvor kvinden står for størstedelen af husholdningsarbejdet, opfattes kvindens arbejde i hjemmet ikke som vigtigt og uden kulturel værdi, på trods af at kvindens kontinuerlige husholdningsarbejde er vitalt for at sikre den sociale reproduktion i samfundet. Modsat kvinden er mandens arbejde lokaliseret uden for hjemmet, og hans arbejde opfattes som prestigegivende og af stor kulturel værdi. Rosaldo drager hermed et skarpt skel mellem arbejde, der foregår i hjemmet, og som indbefatter mange mundane arbejdsopgaver såsom madlavning og tøjvask, og det arbejde, der udføres uden for hjemmet, som er prestigegivende og af stor kulturel værdi på trods af, at det i nogle tilfælde faktisk er mindre produktivt (Rosaldo 1974).

Driftsmedarbejderes vedligeholdelsesarbejde, især det der vedrører afkalkning, kan i mange aspekter opfattes som usynligt ligesom kvindens husholdningsarbejde. Arbejdet er kontinuerligt, og foregår ofte skjult, dvs. på steder hvor andre ikke færdes (eksempelvis varmecentralen), og hvor der er ringe mulighed for, at arbejdsindsatsen bliver set og anerkendt af arbejdsgiveren. Denne form for vedligeholdelsesarbejde er samtidig i de fleste/mange tilfælde ikke noget der måles på i virksomheden eller boligafdelingen/ svær at måle på og derfor svær at auditere. Den audit-kultur, der findes i store dele af det internationale arbejdsmarked, har svært ved at blive implementeret for mange af driftsmedarbejderes vedligeholdelsesarbejdsopgaver (Strathern 2015).

Derfor er der meget af driftsmedarbejderens arbejde, han har svært ved at få anerkendelse for, fordi det er svært at observere, hvilken merværdi han tilføjer til boligafdelingen, institutionen eller virksomheden. Produktivt arbejde for driftsmedarbejderen kan således forstås som arbejde, der overskrider det usynlige rum, som er sammenligneligt med kvindens husholdning, men i stedet finder sted i det offentlige rum, hvor arbejdsindsatsen er observerbar og prestigegivende. I virksomheden og på ældrecentre vil det oftest være chefen eller kommunen, der vurderer og måler medarbejdernes indsats og produktivitet samt fastsætter, hvilket arbejde der forstås som værdiskabende både økonomisk og kulturelt for virksomheden eller ældrecentret. Oftest er dette afhængigt af, om chefen ser effekterne fra de usynlige rum, driftsmedarbejderen arbejder i. For driftsmedarbejdere i boligafdelinger gælder, at de ud over administrationschefen i lige så høj grad 'måles på' om beboerne er tilfredse med deres ydelser. Færre henvendelser om problemer med kalk, f.eks. tilkalkede armaturer og løbende toiletter, afføder på denne måde en indirekte positiv opfattelse af driften og dermed driftsmedarbejderen i boligafdelingen, hvilket driftsmedarbejderne ser som meget vigtigt for dem selv.

Det blødere vand medfører, at driftsmedarbejderen skal bruge mindre tid på de vedligeholdelsesopgaver, der har at gøre med afkalkning. Dette frigiver tid til at udføre arbejdsopgaver, der relaterer sig til det offentlige rum, hvor produktiviteten og merværdien, arbejdet tilfører virksomheden, nemt kan måles og auditeres, og hvor man kan få anerkendelse for sin arbejdsindsats. 'At skabe værdi' for sin arbejdsplads handler således om at skabe, det som vi kulturelt forstår som arbejde af økonomisk målbar eller kulturel prestigegivende værdi. Det almindelige daglige vedligeholdelsesarbejde er uden tvivl af betydning for virksomhedens generelle produktionsevne eller for beboernes tilfredshed, men det anerkendes ikke nødvendigvis som sådan, ligesom kvindens husholdningsarbejde ikke gør det. Det er væsensforskelligt i forhold til, hvis arbejdet udliciteres f.eks. til rengøringsfirma, serviceselskab eller VVSer. Så skifter det karakter, bliver kvantificeret og prissat og får en specifik værdi for virksomheden.

Udover at det blødere vand frigiver tid til at udføre arbejdsopgaver, der bibringer direkte observerbar værdi, fremhæver nogle driftsmedarbejdere, at de pga. travlhed har flere arbejdsopgaver, hvor de hyrer håndværkere ind til at varetage disse. Når der er tale om udefrakommende arbejdskraft, der yder en driftsmæssig indsats, indtræder arbejdet i det offentlige rum. Både fordi håndværkerne er 'ude', når de udfører arbejdet, og fordi håndværkernes arbejdstid på driftsarbejde kan observeres og er målbart ift. den endelige regning på arbejdet. Fordi driftsmedarbejderne vurderer, at de selv kan varetage flere opgaver

fra håndværkere og på den måde spare penge og arbejdstid på tilbudsindhentning, er det muligt, at noget af den merværdi og følelse af produktiv tid, de ellers ville opleve ved at udføre andre opgaver, annulleres i kraft af, at de nu selv varetager håndværkernes vedligeholdelsesopgaver. På den anden side får driftsfolkene nu et redskab forærende til at få anerkendelse for deres arbejdsindsats i og med, at de kan dokumentere, hvor mange penge og arbejdstimer, de sparer virksomheden og ejendommen på ikke længere at udlicitere opgaver. I et bredere perspektiv viser denne undersøgelse, at der er effekter ved blødere vand i forhold til drift- og vedligeholdelsesarbejde, som er skjult og sjældent kvantificeres og derfor ikke indgår i Rambølls (2017) og COWIs (2011) analyser af effekter ved central blødgøring.

*Vi har godt og vel 140 toiletter, og vi har nok brugt et par timer om ugen på udskiftning og afkalkning af løbende toiletter før. Vi har næsten ikke lavet nogle, siden der kom blødere vand. (...) Det er jo en stor, stor lettelse for vores arbejdsgang. Samtidig kan man også sige, at jo mere tid vi får frigivet, jo færre håndværkere skal vi bruge til de ting, vi ikke selv kunne nå før. (...) Så skal man [heller] ikke bruge tid på tilbudsindhentning og håndværksindhentning på det. Det kan jo [også] frigive noget tid.*

*Driftsleder, Ældrecenter Nygårds Plads.*

## 2.2. Boligafdelinger: Vi ser det som "beboerservice"

Især telefoninterviews med driftsmedarbejdere i boligafdelinger peger på, at driftsmedarbejderne kan have svært ved at observere de forandringer, som måtte følge af blødere vand. Det skyldes bl.a. at mange boligafdelinger udliciterer en række drifts- og vedligeholdelsesopgaver, herunder rengøring og drift af vaskeri og varmecentral. Det betyder, at driftsfolkene ofte ikke har berøring med disse ting i deres daglige arbejde og derfor ikke observerer forandringer her, hvis de indtræffer.

Ligeledes ser driftspersoner i boligafdelingerne heller ikke umiddelbart effekten på installationer, badeværelser og hårde hvidevarer i lejlighederne. De orienterer sig meget mod, om beboerne mærker en forskel. Adspurgte om deres erfaringer med blødere vand svarer de alle uden undtagelse: "Jeg har ikke hørt noget fra beboerne" eller "Jeg har ikke fået nogen klager, så det er godt".

Samtidig er der flere af driftsfolkene, der omtaler det blødere vand som 'beboerservice' – dvs. de ser det som en forbedring for beboerne i det daglige, idet beboerne har mindre besvær med tilkalkning af husholdningsapparater, bruserum mm. De nævner, at uanset om vandet er hårdt eller blødere, så udfører de selv fortsat de opgaver relateret til kalk, som de hidtil har gjort. De forventer ikke umiddelbart at kunne stoppe med at afkalke og udskifte toiletter. Der vil gå noget tid, før effekten ved blødere vand viser sig, f.eks. efter udskiftning af gamle toiletter, og det vil kræve at de begynder at registrere mere systematisk udskiftning af toiletter, armaturer, brusere mm.

Den ekstra tid driftsfolkene i boligafdelingerne får til at udføre andre opgaver italesætter de også som en positiv effekt ved blødere vand, der kommer beboerne til gode. Dette er i modsætning til driftsfolkene i virksomhederne eller på ældrecentre og det peger på, at driftsmedarbejderens funktion i boligafdelingen modsat de andre driftsfolk måske bedst kan rammesættes omkring det engelske begreb "caretaker". I dette begreb ligger en dobbelt betydning, da det både kan forstås som en person, der har ansvar for driften af en bygning, samt en person, som har påtaget sig ansvaret for at tage sig af et eller flere mennesker (Merriam-Webster 2018).<sup>4</sup>

Driftsmedarbejderen i boligafdelingen ser det som en vigtig del af "at tage sig af driften", at han tager sig af beboernes problemer og behov. Derfor er beboernes oplevelser af det blødere vand vigtige for ham at have in mente, når han skal vurdere, hvordan han forholder sig til det blødere vand.

### 2.3. Ældrecentre: Velfærdseffekter for de ældre

*(...) man kan også godt mærke det på beboerne. De kan godt lide nogle gange at være lidt længere i badet. Også fordi bruserhovedet ikke er så tilkalket, så strålen er lidt mere fordelt, og ikke gør ondt på huden. Det var der en, der sagde til mig; "det er så dejligt at komme i bad". Og det er jo dejligt.*

*Plejer på Ældrecenter Nygård Plads*

---

<sup>4</sup> På ældrecentre udfyldes denne rolle af hjemmeplejeren, og driftsmedarbejderen opfatter derfor udelukkende driften som sin opgave.



På ældrecentre var det tydeligt, at driftsmedarbejderne såvel som rengøringspersonale ser det som deres vigtigste opgave at understøtte og facilitere de ældre beboeres velfærd. Vandet og varmen skal fungere, og boligerne og fællesarealerne skal være rene for at skabe den bedst mulige grobund for, at plejepersonalet kan sikre velfærden for beboerne. Derfor er det også selvsagt, at de vurderer det blødere vand i relation til beboernes velfærd.

I interviews på to ældrecentre fremgår det, at det godt kan være svært at overtale beboerne til at gå i bad. For mange af beboerne går der mellem 1-2 uger, før de kommer i bad, fordi beboerne nægter. På det ene ældrecenter har en plejer observeret, at det er blevet nemmere at lokke beboerne i bad, og som hun fremhæver, ved de ældre ikke, at vandet er blevet blødere. På de danske ældrecentre er badning af beboerne ofte et problem pga. demens. Den dementes modvillighed over for at blive badet kan skyldes mange ting, men blandt andet peger den internationale Alzheimers og Demens organisation på, at nogle ældre kan have særlig følsom hud, hvorfor man ifølge Alzheimer's and Dementia Caregiver Center (2018) skal sikre sig, at vandtrykket på brusehovedet er godt fordelt. Der kan derfor være en mulig sammenhæng mellem det blødere vand og plejhjemsbeboernes oplevelse af brusebadet. Når der går længere tid mellem, at bruserhovedet tilkalkes, undgår man, at vandstrålerne bliver kraftige og dermed ubehagelige for beboerne. I undersøgelsen for privatpersoner fremhæver flere deltagere, at vandet føles blødere. Dette kan således også have en betydning for plejhjemsbeboernes lyst til at komme i bad. Det blødere vand kan således her oversættes til en velfærdsforbedring for beboerne og som en faktor, der kan lette arbejdsgangen for plejerne.

*Kommunalt... så et sted som det her, det betaler borgerne også over skattekrone... beboerne betaler selvfølgelig også, men alligevel.*

*Driftsleder, Ældrecenter Nygårds Plads.*

I interviewet, som ovenstående citat stammer fra, fremhæver driftslederen på et ældrecenter, at besparelser på driften som resultat af det blødere vand kan komme såvel skatteborgerne som de ældre beboere til gode. Enten gennem et eventuelt lavere skattetryk, mindre brugerbetaling for ældrecentrets beboere eller fordi et større overskud i ældrecentrets økonomi giver mulighed for at forbedre på nogle ting, der øger de ældres velfærd. Driftslederen fremhæver, at på et enkelt ældrecenter bliver besparelserne sandsynligvis ikke særlig store, men ser man i større skala, på et kommunalt eller statsligt niveau, løber besparelserne op til større beløb, som

eksempelvis kan gå til ansættelse af plejere eller materielle forbedringer på ældrecentre. På samme måde som der kan spares på ældrecentre, findes der også et væld af kommunale bygninger og dagtilbud, hvor man formentlig vil se besparelser på driften. Disse besparelser vil kunne omsættes til mere og bedre velfærd.

## 2.4. Virksomheder: Effekt på produkt og proces

*For os betyder det blødere vand en produktforbedring. Det kan få betydning for vores produktudvikling. Vi arbejder på at producere vores egen alkohol. Der skal vi have foretaget nogle dybdegående analyser af vandkvaliteten, da vi skal bruge demineraliseret vand.*

*Production Manager i virksomhed der producerer spiritus.*

I flere af virksomhederne indgår vand som et centralt element i de produkter, virksomhederne sælger, eller i produktionen af dem.

Overordnet kan siges, at blødere vand ikke har medført produktforringelser for undersøgelsens virksomheder (se desuden bilag 6.1a). For nogle af fødevarer virksomhederne har det været nødvendigt at lave om i nogle procedurer og opskrifter, og blødgøringsanlæg skal reguleres, men der er tale om en overgangsperiode, hvor produktionen skal tilpasses vandets nye hårdhed. For Bryggeriet Skands var denne omstilling ret omfattende og tog 60-80 mandetimer, men produktionen er nu stabil for samtlige af bryggeriets ølprodukter. For et firma, der sælger kaffe og yder service på drift af kaffemaskiner, har man i overgangsperioden til blødere vand fået klager over smagen på kaffen, men man har kunnet indstille på maskinerne og skifte til nogle andre filtre, og kaffens smag er nu igen af den kvalitet, som virksomheden stiler efter.

På nær Bryggeriet Skands anvender samtlige øvrige virksomheder i undersøgelsen blødgøringsanlæg til behandling af ledningsvand, der indgår i produktionen i lighed med hovedparten af andre virksomheder, inklusiv andre mikrobryggerier. Man kan derfor ikke alene ud fra eksemplet med Bryggeriet Skands konkludere, hvad effekterne vil være for andre virksomheder, der fremover måtte blive forsynet med blødgjort vand.

Ud over de tilfælde hvor virksomhederne efter en omstillingsperiode kan fortsætte med den samme kvalitet i deres produkter, er der nogle virksomheder som omtaler det blødere vand som en "produktforbedring" eller som en mulighed for "produktudvikling".

Eksempelvis når der er tale om en virksomhed, der producerer spiritus på licens. De sender hvert år prøver på vandkvaliteten til godkendelse hos licensudbyderen og har i flere år fået spørgsmål fra licensgiver på ledningsvandets høje hårdhed, da vandet er hårdere end den vandkvalitet, licensgiver normalt accepterer. Virksomheden forventer fremover at slippe for denne type spørgsmål, da vandkvaliteten med det blødere vand anses for bedre end det hårde vand til produktion af spiritus. De så samtidig mulighed for at produktudvikle i og med at de nu ville kunne producere deres egen alkohol.

Man må forvente at også andre virksomheder vil kunne se et potentiale i den - set ud fra en industrimæssig synsvinkel - forbedrede vandkvalitet. Den merværdi en sådan produktudvikling vil kunne medføre kan potentielt være af betydning i den samlede samfundsøkonomiske analyse.

I forhold til blødere vands effekt på arbejdsprocesser og rutiner opsummerer en af virksomhederne med stort vandforbrug, at "vi er generelt meget glade for, at kalken er reduceret, ikke mindst i forhold til alt vores tekniske udstyr". Og da de i forvejen har blødgøringsanlæg på rigtig meget af deres udstyr, opdager medarbejderne faktisk ikke den store forskel ved mindre kalk i vandet. Med undtagelse af få typer virksomheder som Skands, gør dette sig gældende for alle virksomheder, hvor vand indgår i produktionen. Blødere vand har med andre ord ikke haft nogen nævneværdig betydning for arbejdsrutiner eller ekstraarbejde.

Flere virksomheder fremhæver direkte, når de bliver spurgt ind til fordelene ved blødere vand, at "vi har ikke oplevet nogle ulemper", altid med reference til deres produkt og produktionsproces. Det samme har været observeret i Uppsala, hvor man har central blødgøring af vandet siden 2009. Erhvervsvirksomhederne her har ikke oplevet udfordringer i forbindelse med implementering af centralt blødgøring af vandet (Rambøll 2017, 20).

## 2.5. Virksomheder med stort vandforbrug

*Prisforhøjelsen (på 2 kr./m<sup>3</sup>) er ikke noget problem, det bliver bare lagt oven i [produktet]. Den forhøjelse er så lille, at det ikke spiller nogen som helst rolle.*

*Det er en fordel for os, at vandet er blevet blødere. [Vi får] en bedre vandkvalitet og skal bruge færre mængder af vores ingredienser. Det er en kvalitetsforbedring i forhold til produktet.*

*Produktionschef - Virksomhed der fremstiller snaps og bitter.*

Rambølls rapport om de samfundsøkonomiske gevinster ved blødere vand peger på, at der for alle typer af særligt vandforbrugende virksomheder forventes at være en negativ nettonutidsværdi på grund af en prisstigning på vandet som følge af blødgøring (Rambøll 2017, 66–67). De to dybdegående interviews med særligt vandforbrugende virksomheder i dette studie såvel som telefoninterviews peger imidlertid på, at der er en stor forskel fra virksomhed til virksomhed på forventninger til graden af økonomiske tab eller gevinster, og til deres indstilling til de positive effekter ved blødere vand.

Ejendomsinspektøren hos Taster Wine forventer at kunne hente udgifterne hjem på et mindre saltforbrug til egen blødgøring samt på service til veksler og varmtvandsbeholder og på mindre forbrug af rengøringsmidler, således at regnskabet går i nul med den forøgede pris på vandet. Samlet set vurderer han blødgøringen som et plus både vedrørende sin egen arbejdssituation og i forhold til virksomhedens miljøpåvirkning. Han forventer at kunne bruge mindre arbejdstid på afkalkningsrelaterede opgaver, som både vil skabe arbejdsglæde for ham og frigive tid til andre opgaver. Samtidig vil det have betydning i forhold til virksomhedens miljøpåvirkning, som vil være mindre i takt med at de bruger mindre salt, rengøringsmidler, kemikalier mv.

Hos Bryggeriet Skands forventes den ekstra pris på det blødere vand at medføre en nettoudgift. På trods af at Skands beretter om en markant forskel på tilkalkning af deres varmtvandsbeholder, er det ellers kun på deres ionbytteranlæg, at de forventer at se besparelser. Bryggeren kunne fortælle, at de før i tiden afsyrede varmtvandsbeholderen ca. én gang i kvartalet, hvor kalken ofte kunne ligge i en halv meters højde i beholderen, når de var færdige. Ved sidste afsyring var der så lidt kalk, at bryggeren vurderede, at de muligvis kunne nøjes med afsyring én gang om året, og at ydeevnen på varmtvandsbeholderen ville øges som følge af mindre tilkalkning. Den hurtige opvarmning af brugsvandet har betydning i produktionen, da der i

ølproduktion tappes store mængder vand af gangen til brygningen. Varmtvandsbeholderen skal derfor kunne varme vandet hurtigt op til næste tapning, som kan finde sted kort efter.

Det blødere vand medfører dog primært en økonomisk ekstraudgift for Skands. I ølbrygning medfører tilstedeværelsen af både calcium og magnesium i vandet en hurtigere opbygning af ølsten (kalciumpoxalat). I en bryggerkontekst er blødgøring af vand ved pelletmetoden, som kun fjerner calcium, derfor ikke et gode, fordi man stadig vil have behov for sit eget ionbytteranlæg til fjernelse af især magnesium. Desuden er den indvendige rengøring af tankene alfa-omega for at undgå dannelse af ølsten, og Skands forventer derfor ikke at kunne skære ned på brugen af rengøringsmidler og kemikalier. I og med at der er færre ansat end hos TasterWine, har de heller ikke de samme faciliteter til medarbejderne. F.eks. er der udover flere toiletter også badefaciliteter til personalet på Taster Wine, og der lægges derfor mere pres på brusehoveder, batterier, perlatorer og toiletter mm. Dette gør sig ikke gældende for Skands, hvor forbruget af vand i næsten alle aspekter er knyttet til selve ølproduktionen. Eksempelvis renser Skands heller ikke deres flasker selv, men køber dem hjem. Sidst men ikke mindst fremstiller Skands mikrobryg, som ligger inden for et bestemt prissegment, som medfører at bryggeriet ikke kan lægge ekstraomkostningen til blødere vand over på deres kunder, da de derved ikke længere vil være konkurrencedygtige. For en anden virksomhed, der fremstiller snaps og bitter, er konkurrenceforholdene ikke de samme, og prisstigningen på vandet kan sagtens lægges oven i produktet. Således er Skands udfordring konkurrencespecifik.

I og med at Skands ikke forventer, at det blødere vand i nogen særlig grad vil medføre et mindre brug af kemikalier til rengøring af tanke, forventer de heller ikke en mindre miljøpåvirkning. I forhold til arbejdstiden indtil videre har arbejdsbyrden været den samme efter det blødere vand, og i overgangen til det blødere vand større som følge af tilpasning af opskrifter mm.<sup>5</sup>

Disse eksempler vidner om, at nogle særligt vandforbrugende virksomheder vil have svært ved at udligne prisstigningen på vandet pga. ganske specifikke udfordringer, som er knyttet til deres produktion, medarbejderantal, branche og konkurrenceforhold. Andre vandforbrugende virksomheder som eksempelvis virksomheden med produktion af spiritus omtalt ovenfor vil have nemmere ved at udligne prisstigningen som følge af selvsamme faktorer.

---

<sup>5</sup> Skands vurderer at have brugt et sted mellem 60-80 mandetimer på tilpasning af produktion efter blødere vand.

Rambølls rapport fokuserer på faktorer, hvor det umiddelbart har været muligt at kvantificere og værdisætte en effekt, som kan have betydning for, om en prisstigning på vandet vil medføre en positiv eller en negativ nutidsværdi (Rambøll 2017, 67). Som denne undersøgelse viser er der således en række effekter ved blødere vand, som ikke er medtaget i Rambølls analyse, men som bliver synlige gennem interviews med de deltagende virksomheder ud fra deres egne erfaringer med det hårde vand og deres forventninger til gevinster ved blødere vand. Hos Taster Wine har man således klare forventninger til mindre afsyring af varmtvandsanlægget og bedre varmeudnyttelse<sup>6</sup>, mindre afkalkning af toiletter, brusehoveder mv. Andre værdiskabende faktorer, som ikke er kvantificerede eller nødvendigvis kvantificerbare, er som ovenfor beskrevet forbedret arbejdsmiljø, større arbejdsglæde samt frigivelse af medarbejderes tid til andre værdiskabende opgaver.

Virksomhedernes forventninger er relevante at tage med på trods af besværet med at kvantificere dem, fordi de er betydningsfulde for virksomhedens produktion og dermed nettonutidsværdien. Der var en klar forventning hos Taster Wine om at arbejde målrettet mod at sikre besparelser, der måtte komme som følge af blødere vand. Hos Bryggeriet Skands var der derimod ikke umiddelbart udsyn til de store besparelser. Det vidner om, at sparepotentialet vil være forskelligt fra virksomhed til virksomhed afhængigt af virksomhedens produktionsforhold og forventninger til mulige besparelser på driften.

---

<sup>6</sup> Rambøll vurderer ikke, at det blødere vand og følgende mindre tilkalkning af varmtvandsbeholderen vil have en effekt på dens ydeevne (Rambøll 2017, 30). Det har flere af virksomhederne imidlertid en forventning til.

### 3. Storskala effekter

*Jeg håber at toiletterne vil få en længere levetid, det er især funktionsboltene, der sætter sig fast. Vi har mange problemer med løbende toiletter. Og mange steder er der 2 toiletter i hver lejlighed. Vi har 1700 toiletter i alt. Vi reparerer flere om ugen, når de løber. Hvis de er meget slemme, skifter vi dem i stedet.*

*Varmemester i boligafdeling med 1.000 boliger.*

Når man ser på effekterne af blødere vand i et større perspektiv, løber det op i adskillige samfundstimer sparet på afkalkningsopgaver samt mindre indkøb af toiletindmad, nye toiletter, blandingsbatterier til bruseren, perlatorer, rengøringsmidler og andre kemikalier, salt til blødgøring samt sæbe til vaskeri, bedre varmeudnyttelse og mindre hyppig service på afkalkning af varmtvandsbeholdere og varmevekslere. Alt i alt er der tale om en nettonutidsværdi i stor skala. For den enkelte virksomhed, boligafdeling eller institution kan der også være tale om store besparelser, som dette projekt har sandsynliggjort gennem målinger. Til eksempel vurderer driftslederen i Æblehaven Ældrecenter, at der sammenlagt vil kunne spares ca. 12.000 kr. om året udelukkende på mindre arbejdstid brugt på afkalkning af toiletter og perlatorer (100 cisterner og 93 perlatorer), køb af eddikesyre samt udskiftning af toiletter, cisterneindmad og perlatorer (Driftsleder, interview 2018, 20–23).<sup>7</sup>

Alle erhverv har som et minimum toiletter. Alene på mindre udskiftning af toiletindmad eller hele toiletter vil der være en stor samfundsøkonomisk besparelse. Det samme gør sig gældende for mindre brug af salt til blødgøring af vand til vaskerier eller til mindre sæbeforbrug til automatiske sæbedoseringsanlæg til vaskeri. Det samme gør sig gældende for perlatorer. Næsten samtlige driftsmedarbejdere i boligafdelinger kunne fortælle, at de ikke afkalker de tilkalkede perlatorer men blot sætter en ny perlator på og smider den gamle ud. De køber tusindvis af perlatorer hjem på én gang og har ikke overblik over, hvor mange de udleverer til beboere i boligafdelingen. For den enkelte boligafdeling er perlatorer ikke en stor post på budgettet, men set på en større skala er der tale om mange samfundskroner. I de boligafdelinger, hvor driftsmedarbejderen afkalker perlatorerne, vil en reduktion i arbejdsindsatsen over årene beløbe sig til mange arbejdstimer, om end det ikke tager mange minutter at afkalke en perlator.

---

<sup>7</sup> Nettobesparelsen er fratrasket en forventet prisstigning på 1,8 kroner pr. m<sup>3</sup>.

Afkalkning af toiletter og indmaden i dem er derimod en mere tidskrævende arbejdsopgave. En driftsmedarbejder i træning kan måske gøre det på 30-45 minutter afhængigt af graden af tilkalkning, og om toiletterne er væghængte eller stående, mens det for en person uden erfaring ofte vil tage en time eller mere<sup>8</sup>. Således har det meget stor betydning i arbejdstimer, at hyppigheden for behovet for afkalkning bliver mindre. Problemer med løbende toiletter bliver også mindre, og reducere vandforbruget. Driftsmedarbejderne i boligafdelingerne kan fortælle, at der er mange beboere, der ikke retter henvendelse til dem omkring løbende toiletter i beboernes boliger. I og med at tilkalkningen opstår mindre hyppigt vil problemer med uopdagede løbende toiletter hos disse beboere også minimeres og nedbringe boligafdelingens samlede vandforbrug. Det kan beløbe sig til mange penge i og med, at et enkelt løbende toilet kan koste fra 6.000 helt op til 27.000 kroner om året (Gregersen 2016). Alle disse forhold gør sig gældende for offentlige institutioner, boligafdelinger og virksomheder med mange ansatte.

Denne type af besparelser på driften som resultat af det blødere vand kan på samme måde gøre sig gældende i institutioner som undersøgelsens ældrecentre. Driftslederen fra en af ældrecentrene nævner således, at det blødere vand vil komme såvel skatteborgerne som de ældre beboere til gode. Enten gennem et eventuelt lavere skattetryk, mindre brugerbetaling for ældrecentrets beboere, eller fordi et større overskud i ældrecentrets økonomi giver mulighed for at forbedre på nogle ting, der øger de ældres velfærd. Driftslederen fremhæver, at på det enkelte ældrecenter bliver besparelserne sandsynligvis ikke særlig store, men ser man i større skala, på et kommunalt eller statsligt niveau, løber besparelserne op til større beløb, som eksempelvis kan gå til ansættelse af plejere eller materielle forbedringer på ældrecentrene. På samme måde som der kan spares på ældrecentre, findes der også et væld af kommunale bygninger og dagtilbud, hvor man vil se besparelser på driften. Disse besparelser kan ligeledes omsættes til mere velfærd.

---

<sup>8</sup> Kilde: Søren Christiansen, VVS specialist og tidligere projektleder i HOFOR.



### 3.1. Blødere vands betydning for rør

*Jeg er med ejendomsserviceteknikeren ude i ældrecentrets køkken for at tale med personalet om deres erfaringer med blødere vand. Souschefen i køkkenet siger, at (...) når hun ser på vandet, kan hun se kalken i vandet, ligesom hun kunne før blødere vand. Hun tror, at det skyldes, at der er så meget kalk i rørene, og at de først vil opleve en effekt på den front om 5-10 år, når rørsystemet har været udsat for det blødere vand i længere tid, eller rørene evt. bliver udskiftet. Både køkkenchefen og ejendomsserviceteknikeren erklærer sig enige i, at nye rør ville gøre en forskel for, hvor kalkholdigt vandet ville være.*

*Feltnote fra besøg på Ældrecenter.*

Flere af boligafdelingerne og ældrecentrene oplever jævnligt rørsprængninger og lækager samt problemer med manglende vandtryk. Boligafdelingen Albjergparkens interesse i at deltage i Før- og Eftermålingerne var således også, at finde ud af, om det blødere vand ville medføre flere rørsprængninger. Der er en forestilling om, at de kalkkager der holder rørene tætte vil nedbrydes på grund af det blødere vand og dermed forårsage rørsprængninger og lækager. En varmemester i en boligafdeling har således også gjort sig tanker om de mulige effekter ved det blødere vand:

*Jeg havde frygtet, at I havde justeret [vandets hårdhed] så langt ned, at vi ville få rørsprængninger. Det kunne forårsage voldsomme følgeskader, f.eks. hvis der opstod lækage på 15. etage, der ville brede sig nedad til flere etager. Det ville resultere i utilfredse beboere og store forsikringssager.*

På trods af at interviewdeltagerne i interviewsituationen blev informeret om, at blødgøringen ikke medfører at vandet bliver korrosivt, forbeholdt flere sig at "se tiden an" og at bevare en "sund skepsis" over for effekterne ved det blødere vand på rørenes tilstand. En ejendomsmester i en boligforening udtalte sågar:

*Lad os snakke om et år, for vi kan ikke endnu se resultaterne [af det blødere vands påvirkning på rørene]. Så kan det også godt være, at vi kommer efter*

*jer og siger; "det var ikke det, I lovede os, nu skal vi have skiftet rør for 15 millioner".*

Andre forestillingerne om det blødere vands betydning for rør inkluderer:

- At man hurtigere vil kunne mærke en forskel, hvis man samtidig får skiftet rør. To boligafdelinger i telefoninterviews fremhæver, at de forventer at se en effekt på den generelle mængde af kalk, når reovering af deres stigstreng er overstået om et par år.
- En forestilling om at kalken binder naturligt-forekommende stoffer, der får rørene til at tære indvendigt. Med det blødere vand vil det minimeres.
- At vandtrykket vil forbedres, fordi det blødere vand forhindrer, at yderligere kalk ophobes i rørene og blokerer for gennemstrømningen.
- At rørene er i gang med at blive rensset igennem som følge af gennemstrømning af blødere vand, indtil det når et naturligt niveau som ved en hårdhedsgrad på 10. Kalken flyder som følge med ud, og kalkindholdet opleves derfor som det samme. Det forventes først, at man kan se og mærke en forskel på vandet om 5 -10 år.



*En perlator hos en beboer i Albjergparken,  
Brøndby Strand.*

De mange forskelligartede forestillinger om det blødere vands betydning for rør og den skepsis, som nogle driftsfolk har til det blødere vand, vidner om, at der er behov for,

at HOFOR meget klart melder ud, hvilken betydning det blødere vand har for rørenes tilstand. For lav hårdhed i vandet vil selvsagt kunne medføre store økonomiske konsekvenser for den enkelte boligafdeling, institution eller virksomhed og dermed have en enorm samfundsmæssig negativ betydning. HOFOR såvel som myndigheder er fuldt ud opmærksomme herpå.

## 4. Sammenfatning - antropologisk erhvervsanalyse

Fra interviews med driftsansvarlige i de 2 virksomheder, 2 boligafdelinger og 2 ældrecentre i Brøndby og yderligere telefoninterviews kan følgende opsummeres:

- Økonomi – besparelser eller ekstra udgift ved blødere vand: De driftsansvarlige i boligafdelinger, større virksomheder og ældrecentre forventer, at der vil være besparelser at hente i form af mindre arbejdstid på afkalkning og længere levetid på armaturer, blandingsbatterier, perlatorer og toiletter. Besparelsen er især markant i forhold til toiletter, idet driftsfolkene bemærker, at de i nogle tilfælde vælger at skifte toiletterne ud, når de er tilkalkede, fordi det er billigere end at bruge tid på afkalkning. Det mærkes f.eks. tydeligt i en af de store boligafdelinger med 1000 lejligheder og 1700 toiletter. De forventer ligeledes besparelser på drift og service af varmtvandsanlæg, idet de har observeret, at der i forbindelse med afsyring af anlæg har været mindre kalk i beholder eller veksler efter blødere vand.
- Virksomheder med et stort vandforbrug og få muligheder for besparelser på driften ved blødere vand vil evt. kunne opleve, at prisstigningen på vandet kan betyde en negativ forretning for dem. Det gælder f.eks. virksomheder med blødgøringsanlæg, hvor besparelsen på salt og vand til regenerering af anlægget ikke nødvendigvis er tilstrækkelig til at opveje merudgiften på det blødgjorte vand. Det samme gælder, hvis virksomheden har få ansatte, og derfor ikke kan få besparelser på mindre afkalkning af varmtvandsanlæg, bade faciliteter og kantiner.
- Behov for ændring af serviceaftaler: For at opnå den optimale effekt af blødere vand er det vigtigt, at serviceintervallet for varmtvandsanlæg, vaskerier og blødgøringsanlæg revurderes efter indførelsen af blødere vand. De driftsfolk, som allerede har fået afsyret deres anlæg efter indførslen af blødere vand, vurderer, at de vil kunne sætte frekvensen for afsyring ned, da der dannes mindre kalk i anlægget. Driftsfolk, som endnu ikke har fået afsyret deres anlæg, forholder sig afventende til ændring af serviceaftaler, da de har sværere ved at vurdere effekten af det blødere vand i forhold til deres anlæg.
- Effekt på rengøring: De fleste boligafdelinger og virksomheder har udliciteret rengøring til professionelle firmaer. De driftsansvarlige har derfor i forhold til rengøring endnu ikke

noget indtryk af, om blødere vand kan resultere i besparelser på dette område. Det samme forhold gør sig gældende for virksomheder og institutioner med kantinedrift.

- Produktkvalitet: Det blødere vand har ikke haft en negativ effekt på kvaliteten af virksomhedernes produkter. I nogle tilfælde opfattes det blødere vand derimod som en produktforbedring. Samtidig skaber det lavere indhold af kalk i vandet i visse typer af brancher mulighed for produktudvikling og hermed ekstra værdi for virksomheden. Eksempel er inden for spiritusproduktion.
- Produktionsproces: For hovedparten af de interviewede virksomheder har det blødere vand ikke medført behov for at ændre i produktionsprocesserne eller medført ekstra arbejde med at tilpasse produktionen til det blødere vand. De fleste har i forvejen blødgørings- og vandbehandlingsanlæg, der har til formål at reducere effekten af det høje kalkindhold i vandet. Dog har enkelte virksomheder måttet bruge ekstra arbejdstimer på at tilpasse produktionen til det blødere vand. Det gælder f.eks. en leverandør af kaffemaskiner og et mikrobryggeri. Sidstnævnte har rapporteret, at de har måtte bruge mange timer på at tilrette brygprocessen og mængden af ingredienser i ølproduktionen for at tage højde for det lavere kalkindhold i vandet. Efter en indkøringsperiode på 3 måneder, kører produktionen imidlertid stabilt.
- Effekt på rør: Enkelte driftsfolk udtrykker skepsis i forhold til blødere vands effekt på rør, idet de frygter, at det blødere vand vil medføre lækager på rør og stigstreng. Andre driftsfolk har en forventning om, at det blødere vand vil betyde bedre vandtryk, fordi mindre kalk i vandet vil betyde mindre ophobning af kalk i rørene og bedre gennemstrømning.
- Ikke-kvantificerbare effekter: Erhvervene inkluderer selv langt flere faktorer i deres udregning af effekter ved det blødere vand, end det fremgår af Rambølls rapport (2017). De medregner f.eks. positive faktorer ved det blødere vand, som ikke kan kvantificeres, men som er værdiskabende, f.eks. opfattelsen af at bruge sin tid produktivt, at opnå beboertilfredshed og at skabe bedre velfærd for beboere og brugere.
- Mindre tidsforbrug på afkalkning og større arbejdsglæde: De driftsansvarlige bemærker, at det blødere vand medfører mindre tidsforbrug til afkalkningsopgaver. Dette omsætter

driftsfolkene til andre og mere værdiskabende arbejdsopgaver. Samtidig medfører det et mindre behov for at udlicitere opgaver til eksterne firmaer og håndværkere, da driftsmedarbejderne nu selv vil få tid til at varetage disse. Mindre afkalkningsarbejde øger desuden driftsfolks arbejdsglæde, da afkalkningsrelateret arbejde ofte slider på kroppen og opfattes som trivielt og i grunden uproduktivt arbejde.

- "Beboerservice" og mere velfærd: Driftspersonale i boligafdelinger og ældrecentre fremhæver, at det blødere vand betyder beboerservice, en forbedring for beboerne i deres dagligdag med mindre rengøring og færre frustrationer over tilkalkning af badeværelser og løbende toiletter. Samtlige interviewede driftsansvarlige bemærker som noget positivt ved blødere vand, at de slet ikke har fået nogen klager fra beboerne eller brugerne. De ser blødere vand som positivt for boligafdelingen eller ældrecenteret som helhed, og beboertilfredshed betyder mere for dem end en mulig økonomisk besparelse ved det blødere vand. Mindre besvær og tid brugt på afkalkningsopgaver kan anvendes på mere velfærd for beboerne og brugerne i form af bedre service.

## Referenceliste

- Alzheimer's and Dementia Caregiver Center, 2018. Bathing. *alz.org*.  
<https://www.alz.org/care/alzheimers-dementia-bathing.asp#after>.
- Brøndby Kommune, 2018. Tal og fakta. Brøndby Kommune. 2018.  
<http://www.brondby.dk/Kommune/okonomi/Tal-og-fakta.aspx>.
- Danmarks Statistik, 2018a. Tabellen BOL201: Personer i boliger efter ejerforhold, område og tid. Statistikbanken. 2018. <http://www.statistikbanken.dk/10010>.
- Danmarks Statistik, 2018b. Tabellen FOLK1A: Folketal den 1. i kvartalet efter område og tid." Statistikbanken. 2018. <http://www.statistikbanken.dk/10010>.
- Gregersen, K., 2016. Et toilet der løber kan koste 27.000 kr. om året". Bolius - Boligejernes Videnscenter. 2016. <https://www.bolius.dk/et-toilet-der-loeber-kan-koste-27000-kr-om-aaret-16135/>.
- Larsen, A. Y., Kenworth Drist-Jensen, T., Borup Jakobsen, E., & Djurhuus, V., 2018. Effekter af centralblødgøring af vand. 12203 - Miljøfagprojekt. DTU: Danmark Tekniske Universitet.
- Merriam-Webster, 2018. Caretaker | Definition of Caretaker by Merriam-Webster. Merriam-Webster Dictionary. 2018. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/caretaker>.
- Rambøll, 2017. Blødt vand i en cirkulær økonomi. Rambøll Management Consulting A/S. Udgivet af Miljøstyrelsen.
- Rosaldo, M. Z., 1974. *Woman, culture and society*. Redigeret af Louise Lamphere og Michelle Zimbalist Rosaldo. Stanford, Calif.: Stanford University Press.
- Strathern, M., 2015. *Audit cultures: anthropological studies in accountability, ethics and the academy*. European Association of Social Anthropologists. Kbh.: Nota.  
<https://nota.dk/bibliotek/bogid/630240>.

## Eksempel på interviews med Erhverv – unikke erfaringer med det blødere vand

### 1. Virksomheder

Dybdegående interviews: Uddybende feltnoter

#### Taster Wine

- Der er mange måger på virksomhedens parkeringsplads, som skider på vinduer og biler. Det koster noget at få en vinduespudser ud, så driftsmedarbejderen forsøger at holde vinduerne frie for mågelort. Før det blødere vand måtte han bruge både sæbe og afspændingsmiddel, når han vaskede vinduer, nu kan han blot køre hen over vinduet med en våd klud, og uden at være bange for store kalkpletter, hvis han ikke får tørret ordentligt efter.
- Der er færre kalkpletter på rustfrie overflader i produktionsområdet.
- Der danner sig damp på indersiden af målerinstrumenterne ved dampanlægget til flaskerens, som kan efterlade kalkpletter på glasset, som gør det besværligt at aflæse værdierne. De har ikke problemer med kalkpletter her længere.

#### Skands Bryggeri

- Bryggeren fortæller, at han umiddelbart bruger flere kemikalier efter blødere vand, fordi han har måttet bruge mere fosforsyre for at justere pH i urten. Han bruger mindre "cip alka 95" (red. en proteinbinder) efter blødere vand, men har brugt mere skumdæmper.
- Bryggeren siger at pladeveksleren umiddelbart på vandsiden havde mere kalk, men at han ikke ved, om det kan skyldes andre ting. Han forklarer at kalken ift. pladeveksleren betyder, at nedkølingen under nedsvaling af øllet før tog for lang tid.
- Der har i nedsænkningen i gulvet været en sort gærvækst, før var der også kalk i lunge i gulvet med gærvæksten, men kalken er væk nu, og det rengøres nemmere.
- Der er en mindre tendens til kalk som et tyndt filmlag på tankene, hvor øllet pasteuriseres.

Telefoninterviews <sup>9</sup>

#### 1.1 – 1.5. Virksomheder med stort vandforbrug

#### 1.6. – 1.10. Virksomheder hvor vand indgår i produktionen af levnedsmidler/drikkevarer

---

<sup>9</sup> Her præsenteres uddrag fra telefoninterviews. Kilde: Dorthe von Bülow, projektleder, HOFOR Internt notat: Driftsansvarliges erfaringer med blødere vand i Brøndby, HOFOR maj 2018.

### 1.1 Stor vandforbruger (13.000 m3 vand årligt)

- "Jeg har ikke oplevet nogen ulemper (...) Vi bruger ikke 'råvand' (...) Det er ikke meget, at vi har omstillet arbejdsgange.
- Vi mærker det på vores blødgøringsanlæg til vandbehandlingsanlægget, hvor vi bruger mindre salt. (...) og smeden skal ikke køre så meget rundt med saltsække. Bogholderiet skal heller ikke betale fakturaer så ofte. (Red: 3/4 af virksomhedens vandforbrug anvendes i vandbehandlingsanlægget).
- Ja, jeg havde forventninger (...) også i forhold til det øvrige som mindre tilkalkning af kaffemaskiner og på rengøringen.
- Vi har to varmtvandsbeholdere til fire bade- og toiletrum. De bliver ikke afsyret. Derudover har vi rundt omkring i virksomheden (et antal) 30 liters Metro varmtvandsbeholdere til håndvaske."

### 1.2 Stor vandforbruger (9.500 m3 vand årligt)

- "Det er svært at sige (red: om de har oplevet ændringer), da det er Rengøringen, der har med det at gøre i det daglige. Men vi har ingen problemer med kalk længere. Det er blevet bedre og vi er godt tilfredse.
- Vi har ikke omstillet nogen af vores arbejdsrutiner. Men økonomisk kan vi se det i forhold til saltforbruget til blødgøringsanlæggene, det er blevet mindre.
- I forhold til toiletter og bade faciliteter har vi ikke registreret nogen ændringer. Vi skifter løbende toiletterne i bygningerne, vi har lige skiftet 12 toiletter.
- Vi kan spare noget tid, men så laver vi bare noget andet. Så jeg ser ikke umiddelbart en økonomisk besparelse der.
- Forventninger til mere langsigtede effekter: "Det er en super løsning. (...) Jeg går ud fra, at det kommer til at betyde økonomiske besparelser på sigt. F.eks. afkalkning af varmtvandsanlægget. Men det ser vi først til sommer, når anlægget skal afsyres."
- De har oplevet fejl på de betjeningsfrie armaturer. De vurderer, at det måske er noget kalk, der har revet sig løs.

### 1.3 Stor vandforbruger (9.500 m3 vand årligt)

- "Nej, jeg har ikke rigtig oplevet noget (red: med blødere vand). Vi har først fået indstillet blødgøringsanlægget (...) for nylig (...) Jeg har ikke haft nogen forventninger til blødere vand. (...) Det er ikke relevant for produktionen (red: at omstille processer og arbejdsgange).
- Vi har en varmtvandsbeholder på 1000 – 2000 liter. Service sker 1 gang årligt, sidst var det ca. et halvt år siden, så vi har ikke set effekten endnu. Vi har 3 mindre varmtvandsanlæg, som står i serier efter den store varmtvandsbeholder, som er den, der tager kalken, derfor er der ikke kalk i de øvrige beholdere. Vi forvarmer vand fra vores køleanlæg til badevand til medarbejderne. Desuden har vi mange små 15 liters varmtvandsbeholdere ude på toiletterne. Dem afkalker vi ikke."



- Forventninger til mere langsigtede effekter: "Nej, det har jeg ikke rigtig, men jeg håber, at der fremover vil være mindre kalk i armaturer og brusehoveder".

#### **1.4 Stor vandforbruger (6.000 m<sup>3</sup> vand årligt)**

- "En del brugere synes ikke at kunne mærke forskel.
- Rengøring er blevet bedre, da der ikke kommer kalkstriber på gulve og vinduer, og kantinen bruger færre kalktabletter i opvasken mm. Ligeledes skifter vi ikke så tit pelator på vandhanerne.
- Dem der går i bad på arbejdspladsen siger, at de har sværere ved at skylle sæben ud.
- Vores kaffemaskiners kalkfilter holder længere.
- Til info har vi kalkfilter (red: blødgøringsanlæg) på rigtig meget af vores udstyr, derfor opdager brugerne nok ikke, at en stor del af kalken er fjernet fra vandet.
- Generelt er vi meget glade for at kalken er reduceret. Ikke mindst i forhold til alt vores tekniske udstyr."

#### **1.5 Stor vandforbruger**

- "Jeg har egentlig ikke set nogen ændringer. (...) Vi har ikke ændret nogen rutiner. (...) Der er mindre tilkalkning af bruserum, men det har ingen betydning for vores arbejdsrutiner. Det er Rengøringen (...) der står for det. Jeg har ikke set nogen effekt på økonomien endnu, jeg ved heller ikke, om jeg kommer til at se det. Men der sker noget mærkeligt med membranerne i vores omvendte osmoseanlæg. De skulle holde længere med blødere vand. Men der lægger sig en hinde i membranen. Det undersøger (...) vores serviceselskab.
- Vi oplever dog, at vi ikke længere har behov for at røre perlatorerne, og jeg forventer mindre tilstopning (red: tilkalkning af brusere). Men det er ikke noget jeg ser, da det er Rengøringen, der har med badefaciliteterne at gøre. Jeg forventer på sigt, at det vil være en økonomisk fordel. Det er dejligt, at man ikke skal afkalke så hyppigt. Og jeg forventer, at vi fremover kommer til at skifte toiletterne mindre hyppigt."

#### **1.6 Vand indgår i produktionen af levnedsmidler/drikkevarer**

- Vandets kvalitet forbedres i og med at der er mindre kalk i. Medfører bedre sikring af virksomhedens fremtid i og med, at virksomheden producerer på udenlandsk spirituslicens, og de i mange år har ligget på kanten af at få licensen forlænget pga. vandets 'dårlige' (red: kalkholdige) kvalitet.
- Det blødere vand skaber muligheden for at brygge egen alkohol, pga. at de nu via omvendt osmoseanlæg kan fremstille næsten-destilleret vand.
- Med hensyn til omstilling af processer er det 'business as usual', de har ikke haft behov for omstilling ud over indstilling af blødgøringsanlægget.

### **1.7 Vand indgår i produktion af levnedsmidler/drikkevarer**

- Ændringer i forbindelse med blødere vand er ikke noget de har mærket, og den driftsansvarlige udtaler, at han ikke rigtig har haft nogen forventninger til blødere vand, da de ikke tidligere har haft problemer med det hårde vand.
- Blødgøringsanlægget til dampanlægget er indstillet af servicefirmaet ved seneste service. Den driftsansvarlige har ikke lagt mærke til, om der bruges mindre salt end før, han fylder på, når der mangler.

### **1.8 Vand indgår i produktion af levnedsmidler/drikkevarer**

- "Jeg kan se, at blødgøringsanlægget kører vandet hurtigere ind i systemet (red: omvendt osmoseanlæg)
- Vi har ikke haft nogen problemer, det fungerer faktisk.
- Det er en fordel for os, at vandet er blevet blødere. (Vi får) en bedre vandkvalitet og skal bruge færre mængder af vores ingredienser. Det er en kvalitetsforbedring i forhold til produktet.
- Prisforhøjelsen (på ca. 2 kr. /m<sup>3</sup> vand) er ikke noget problem, det bliver bare lagt oven i (produktet). Den forhøjelse er så lille, at det ikke spiller nogen som helst rolle. Det er en fordel for os, at vandet er blevet blødere. (Vi får) en bedre vandkvalitet og skal bruge færre mængder af vores ingredienser. Det er en kvalitetsforbedring i forhold til produktet. Det er en fordel for os at vandet ikke er så kraftigt nu. Nu er det det lave vand, vi får."

### **1.9 Vand indgår i produktion af levnedsmidler/drikkevarer**

- "Vandets hårdhed har ikke nogen særlig betydning for kvaliteten på vores produkter og på dem, hvor der stilles krav til vandet bruger vi RO-vand fremstillet på eget anlæg.
- Der er ikke noget, der har overrasket virksomheden i forhold til produktion og drift. De lavede nogle test i starten men fandt ikke noget der gjorde, at de var nødt til at justere deres recepter. Min umiddelbare vurdering er, at det har øget vores produktionsomkostninger, måske ikke med 2 kr. /m<sup>3</sup> men med det halve ca."
- På spørgsmålet om de vurderer, at blødere vand udgør en kvalitetsmæssig fordel eller bagdel for deres produkter svarer den driftsansvarlige: "Vi lever af at lave smag til en række forskellige produkter inden for levnedsmiddel industrien, og på nogle produkter vil der være en smagsforskel, om end den er meget lille, og det kræver en ekspert at finde forskellene."

### **1.10 Vand indgår i produktion af levnedsmidler/drikkevarer**

- "Der har ikke været problemer i det omfang, jeg troede.
- På nogle anlæg har vi ændret til anden filtertype. Så vi tjener lidt på filteret, det blødere vand forlænger levetiden af filteret. Det giver bedre økonomi for os.
- Der er nogen der har klaget over, at der er lidt ændring i kaffesmag. Udover blødgjort vand fra filteret kører vi også hårdt vand ind. Når vandet er blødere, som i Brøndby, skal vi sætte vores andel af by-pass vand op for at få den rigtige smag. Så vi justerer

anlæggene i forholdet mellem by-pass vand og filtervand. Jeg frygtede at det ville være meget værre i Brøndby med det blødere vand. Men vores teknikere er vant til at måle hårdhed og justere i forholdet filtervand og by-passvand, vi laver en norm for det for hvert anlæg.”

## 2. Boligafdelinger

Dybdegående interviews: Uddybende feltnoter

### Gurrelund

- Boligforeningen har indstillet deres sæbedosering til vaskeri efter blødere vand. Ejendomsmesteren mener, at der indtil videre er tale om en besparelse på 10.000 kr. (og året er ikke omme).
- Markant mindre udskiftning af flydere i toiletter.
- Driftsfolkene er ikke nervøse ved at prisen på vandet stiger ift. krav om, hvor meget de skal spare på driften, eftersom der påregnes en prisstigning på vandet hvert år, som plejer at dække de ekstra udgifter til vand.
- De synes at kaffen smager dårligere efter blødere vand. Den ene er gået fra tre kander om dagen til 3 kopper. Den anden drikker ikke instantkaffe længere.

### Albjergparken

- Servicefirmaet, der står for vask af opgange, tager vand fra det sted, hvor de skal gøre rent, hvor de så doserer i de store dunke. Ofte vil de tage ekstra vand med til det næste stop, fordi man aldrig ved, om der ikke skulle være vand der. Dvs. at de doserer på samme måde uanset hårdhedsgraden og tager hårdt vand med ind i kommuner med blødere vand.
- De har mange lækager på rør. 90 % af alle lækager sker pudsigt nok på koldtvandssiden, hvor man jo måtte forvente, at det var på varmtvandssiden. Det har de ikke en forklaring på.
- Ejendomsmesteren fortæller, at han ikke har nogen fornemmelse af, om de bruger mindre salt til blødgøring til vaskeri, da de bestiller 3 tons ad gangen, der holder til 4-5 år. Mængderne, der bruges fra gang til gang, er for små.
- De har fået folderen om blødere vand, også til beboerne, og ejendomsmesteren har desuden opsat de opslag på deres opslagstavler, han har fået udleveret fra HOFOR. Han siger, at han ikke har fået nogle henvendelser eller spørgsmål om blødere vand.
- Ejendomsmesteren peger på, at der ikke er særligt mange af beboerne, der har en bevidsthed om deres brug af vand i og med, at vandregningen kommer over et fordelingsregnskab. Så beboerne har ikke en bevidsthed om, hvad en m3 vand koster, men betaler bare regningen.

- Han fortæller, at de har automatisk sæbedosering i vaskerierne, hvor de i forvejen kører med blødt vand. De har dog nogle problemer med især folk af anden etnisk oprindelse, der putter ekstra vaskemiddel ind i maskinen, så det skummer helt vildt, og de nogle gange har måttet fjerne skum i knæhøjde i vaskeriet.

## Telefoninterviews

### 2.1. – 2.11. Boligafdelinger i alment boligbyggeri

#### 2.1. Boligafdeling, 470 boliger.

"Vi kan ikke rigtig mærke det, det kan ikke ses lige nu og her. Jeg forventer, at vi kan se kan se det på længere sigt. Vi har blødgøringsanlæg til vaskeri og varmtvandsveksler, der serviceres af BWT. Jeg håber, at serviceintervallet på især varmtvandsanlæg kan mindskes.

- Rengøringsfirma er ikke bekendt med, at der er kommet blødere vand. Det kunne jeg jo sige til dem. Vi er hårdt ramt, der har været meget tilkalkning før. Jeg synes, der er kommet færre henvendelser fra beboerne ang. tilkalkning. Men der sidder jo gammel kalk, toiletterne er fra sidst i 1960'erne.
- Der kommer færre beboere nu for at få nye perlatorer. Det sker mindre hyppigt. Normalt kommer folk forbi for at få en ny perlator, når den gamle er helt tilkalket.
- Vi er usikre på effekterne. Jeg havde som sagt håbet, at vi kunne undvære blødgøringsanlæggene, men det kan vi jo ikke.
- Generelt har vi problemer med vandrør, stigstreng, vi har et meget dårligt vandtryk. De står til udskiftning. Vi forventer, at vi får mindre problem med tilkalkning, når de er skiftet på et tidspunkt. Jeg formoder, at vi fremover skal bruge mindre tid på afkalkning.
- Vi har ikke fået nogen klager fra beboerne. Der har ikke været nogen henvendelser."

#### 2.2. Boligafdeling, 376 boliger.

- "Det er da beboerservice, at tingene kalker mindre til nu.
- Vi har 34 maskiner, og vi har servicefirma på. Men vi afkalker selv. Før gjorde vi det hver 3. måned, nu gør vi det hver 4. måned. Sæbedoseringsanlægget er indstillet. Og der vil komme en besparelse der, på sæben. Maskinerne kommer til at holde længere, varmelegemerne kalker ikke så meget til.
- Vi har en 5000 liters varmtvandsbeholder. De har afsyret sidst midt i januar i år. Vi får afsyret 2 gange årligt, næste gang bliver i juli. Med det blødere vand vil vi måske kunne sætte intervallet ned til 1 x årligt. Sidst var der 4 sække med kalk, før var det 6 sække.
- Vi har rigtig mange problemer med kalk i toiletterne. De er alle skiftet i 2001. Jeg håber på den store gevinst på det her område. I stedet for at bruge 600 - 900 kr. på udskiftning af indmaden, skifter vi i nogle tilfælde hele toilettet. Det kan bedre betale sig end at reparere på de gamle, hvis det er meget slemt. Så vi skifter løbende toiletter ud.

- Jeg håber det bliver en økonomisk besparelse, det tror jeg, selvom vandet er blevet 4 kr. dyrere pr. m3 (red.: prisstigning for blødere vand er ikke realiseret endnu), så er den ekstra udgift hurtigt tjent ind i forhold til 900 kr. til ny indmad.”

### **2.3. Boligafdeling, 560 boliger.**

- ”Vi fik kalkspalter på varmtvandsanlægget nov. 2016, så om det er kalkspalteren eller det blødere vand fra værket, der gør en effekt, ved jeg ikke. Men der var meget mindre kalk i varmtvandsbeholderen, da vi afsyrede den i november 2017. Der var stort set ingen kalk, så vi sætter nok afsyringsintervallet ned. (...) Vi får beholderen afsyret 1 gang årligt, som sagt fik vi det i november 2017 sidste gang. Fremover kan vi måske sætte intervallet ned til hvert 3. år.
- Jeg er ikke blevet bestormet af beboere, der har sagt det var forfærdeligt med det blødere vand.
- Jeg går ud fra, det (blødere vand) bliver en besparelse på de tekniske installationer. Det er for tidligt at svare på, om det bliver en økonomisk besparelse, men det tror jeg ikke. Der vil være en økonomisk effekt på mindre serviceinterval men ikke nogen effekt på egen tid, på vores arbejde. Der vil være en effekt i forhold til miljøet med mindre sæbe- og elforbrug”.

### **2.4. Boligafdeling, 300 boliger.**

- ”Ja, jeg har store forventninger til blødere vand, især i forhold til tilkalkning af WCer og vandlåse. Det er for tidligt at sige noget om effekt. Vi bruger rigtig meget afkalker.
- Det vil helt klart være en fordel med blødere vand. Vi hælder jo stærke afkalkningsmidler i toilet og afløb, vi har ikke tid til at stå og vente (red: på at de afkalker). Vi bruger Kalk-væk og Kalk Dræber. Det vil også have betydning for miljøet, når vi kan bruge mindre. Og det vil også have betydning for arbejdsmiljøet. Vi skal bruge handsker og sikkerhedsbriller, når vi afkalker.
- Ja, det vil helt bestemt være en økonomisk fordel. Vi afkalker cisternerne meget hyppigt. Jeg ved ikke, om det er nogen af dem, jeg har afkalket efter der er kommet blødere vand.”

### **2.5. Boligafdeling, 1050 boliger.**

- ”Vi har en varmtvandsveksler i hver af vores 8 fyrrum. Vi har vores egen VVSer ansat til at servicere dem. De bliver afkalket 1 gang årligt. Sidste gang var i slutningen af sommeren 2017. Jeg forventer at se en stor forskel med det blødere vand. Vi kan måske afsyre hvert 2. år i stedet. Da det er en del af VVSerens arbejde, vil han så kunne bruge tiden på noget andet.
- Vi skifter mange blandingsbatterier, men det skyldes vores gamle rør, der sætter sig rustflager i armaturet.

- Det er min forventning, at vi ikke skal skifte tingene så hurtigt. VVSeren vil få bedre tid til sine mange opgaver, han har rigtig meget at lave.
- Beboerne skal vænne sig til at bruge mindre sæbe i vaskemaskinen. Der er mange beboere med egen vaskemaskine og opvaskemaskine."

## **2.6. Boligafdeling, 537 boliger.**

- "(Det blødere vand er) kun positivt. En del beboere kan mærke det, når de vasker hår og på kaffemaskinen. Vi har ikke fået nogen klager fra beboerne.
- Vi har afrenset kedlen (red: varmtvandsbeholder) i sidste uge, jeg kan se, at der er meget mindre kalk. I stedet for 2 gange om året, vil vi kunne afsyre 1 gang om året, hver 9-12 mdr. Det koster omkring 50.000 kr. for en afsyring, så vidt jeg husker. Energiforbruget er også mindre, der skal mindre energi til at varme vandet op.
- Vi er i færd med en totalrenovering, det er færdigt i løbet af et halvt års tid. Vi får nye stigstrenger, og jeg forventer en forbedring frem over i forhold til tilkalkning."

## **2.7. Boligafdeling, 500 boliger.**

- "Jeg har oplevet at vandbeholderen (varmeveksler) har mindre kalk. Jeg blev orienteret af vores serviceselskab. Vi afsyrer 1 gang om året. Fremover vil vi gøre det hvert andet år. Det koster 40.000 – 50.000 kr. per gang, tror jeg.
- Det vil betyde mindre opkald fra beboerne, og at jeg skal rekvirere VVSeren færre gange til udskiftning af løbende toiletter. Det vil også betyde mindre vandspild, og så sparer vi også penge. Vand er dyrt.
- Jeg vil tro det bliver en økonomisk fordel. Det begrundes jeg med (red: udgifter til) toiletter. Vi vil kunne spare penge der."

## **2.8. Boligafdeling, 375 boliger.**

- "Vi har ikke set den store ændring.
- Vi har ikke fået rensat anlægget endnu. Det er en varmtvandsbeholder. Det sker hvert 2. år. Sidst var i 2017. Næste gang er i 2019. (...) Ja, vi kan måske få varmtvandsanlægget afsyret med større interval. (...) Jeg har talt med de andre varmemestre (i boligforeningen) om, at vi kan reducere intervallet for afsyring af varmtvandsanlæggene."

## **2.9. Boligafdeling, 1000 boliger.**

- "Tilbagemeldingen fra beboerne er, at de godt kan mærke det, de kan dog ikke se det på maskiner, hvor det er skjult. De siger at frekvensen på afkalkning af kaffemaskiner og elkedler er gået fra 1 gang om ugen til 1 gang om måneden, og at det er nemmere at holde baderummene. Der er mange store lejligheder her i afdelingen med to toiletter.

- Det eneste negative ved blødere vand var, at jeg frygtede, at det ville føre til flere rørsprængninger, hvis kalken i rørene forsvandt. Vi har meget gamle rør. Men det har jeg ikke oplevet. Men på det område har jeg været skeptisk.
- Vi har aftalt med firmaet (red: der servicerer varmtvandsanlægget), at vi kigger på tilkalkningen sammen og vurderer, om vi skal ændre serviceinterval til hvert 2. år. Det koster 4.000 – 5.000 kr. per beholder at afsyre, så vi vil kunne spare 80.000 – 100.000 kr. hvert 2. år.
- Jeg håber at toiletterne vil få en længere levetid, det er især funktionsboltene, der sætter sig fast. Vi har mange problemer med løbende toiletter. Og mange steder er der 2 toiletter i hver lejlighed. Vi har 1700 toiletter i alt. Vi reparerer flere om ugen, når de løber. Hvis de er meget slemme, skifter vi dem i stedet. De er 20-25 år gamle.
- Nogle beboere siger, at de kan smage en lille forskel (red: på vandet), men ellers har jeg ikke hørt noget.
- Det er helt sikkert, at vi kan spare penge, bl.a. service på toiletter, rengøring af varmtvandsbeholdere, rør vil holde længere. Vi planlægger udskiftning af alle rør på sigt i etaper, vi starter med 4 af højhusene.
- Jeg havde frygtet, at I havde justeret så langt ned, at vi ville få rørsprængninger. Det kunne forårsage voldsomme følgeskader, f.eks. hvis lækage på 15. etage, der ville brede sig ned ad til flere etager. Det ville resultere i utilfredse beboere og store forsikringssager.”

## **2.10. Boligafdeling, 329 boliger.**

” Vi har ikke set de store ændringer, vi har ikke haft nogen problemer, og det skal vi jo ikke klage over.

- Det vil være et plus i vaskeriet. Og færre reparationer på WC cisterner. Rent logisk vil det give en økonomisk besparelse, men det er for tidligt at sige nu. Om et års tid vil vi se det på vores budgetter, færre udgifter til VVS reparationer på 2. skyls toiletterne.
- Vi har ikke fået nogen henvendelser fra beboerne. Undtagen i starten, hvor nogen havde misforstået det og troede, at vandet blev helt blødt.
- Det er svært at vurdere (red: langsigtede effekter), når vi er her i opstarten. Vi er godt tilfredse.”

## **2.11. Boligafdeling, 931 boliger.**

- ”Jeg har ikke hørt noget eller mærket noget, heller ikke fra beboerne.
- Løbende toiletter og udskiftning af toiletter er lidt mindre end tidligere. Vi havde ekstremt meget kalk i vandet, vi kunne skrabe 5 mm tykt kalklag af. Det er blikkenslageren, der tager sig af det. Det bliver forhåbentlig bedre.
- Perlatorer, vi har ikke noget tal på, hvor mange vi skiftede ud sidste år. Nogen sidder i årevis, men folk kalker dem ikke nødvendigvis af. Så jeg ved ikke, om det er blevet bedre.

- I forhold til arbejdstid: Der vil være en ændring i form af, at vi ikke skal rende og ordne så mange toiletter og perlatorer. Blikkenslageren vil få mere tid til andre opgaver.
- Miljø: Mindre brug af kemikalier. Af kemikalier bruger vi Opal til toiletter, 1 dl. Der vil vi få et mindre forbrug. Opal kræver sikkerhedsudstyr, der findes skrappere midler, men dem bruger vi ikke.
- Mange to-sprogede beboere klager over, at armaturer før hen blev grimme, når de brugte afkalkningsmidler. Det er midler de kender fra Tyrkiet. Men det er f.eks. ikke beregnet til krom, så bliver armaturet helt sort. Jeg anbefaler dem at bruge almindelig husholdningseddike.
- Økonomi: Det kommer ikke til at koste boligafdelingen noget, det er beboerne, der kommer til at betale alt efter, hvor meget vand der bruges."

### 3. Ældrecentre

Dybdegående interviews: Uddybende feltnoter

#### **Ældrecentret Nygårds Plads**

- Hjemmehjælper bemærker, at det er blevet nemmere at få de ældre til at gå i bad, fordi de synes, vandet føles mere behageligt, og strålen fra bruserhovedet er bedre fordelt, når den ikke tilkalker så hurtigt. De ældre ved ikke, at vandet er blevet blødere. Det er en meget positiv ting for hjemmehjælperen, da det godt kan være svært at overtale de ældre til at komme i bad. Det er en velfærdsforbedring for de ældre.

#### **Æblehaven Ældrecenter**

- De ældre går sjældent i bad (hver 8.-10. dag). Med gulvvarme betyder det, at evt. vand der ikke er tørret op med en klud fra gulvet eller drypper fra bruserhovedet fordamper og efterlader grimme kalkpletter på fliserne. Der afkalkes på badeværelset én gang om året eller ved fraflytning (dødsfald). Pga. gulvvarme sidder kalken godt fast i fliser mm. Rengøringsassistenten har erfaringer med, at nogle andre rengøringsassistenter hælder rengøringsmidlet direkte på fliserne, fordi snavsen i kalkresterne ikke ellers går af. Det beskadiger gulvet. Hvis tilkalkning bliver mindre og kalken nemmere at få af, vil den slags ikke hænde så ofte.
- Færre hvide skjolder på glas.



## Telefoninterview

### 3.1. Ældrecenter

#### 3.1. Ældrecenter

"Jeg har ikke hørt noget fra personalet (red: plejepersonalet). Men vi (red: driftspersonalet) afkalker ikke så mange perlatorer og toiletter længere. Det er 50% mindre afkalkning eller mere. Det er meget fint, det har hjulpet med det blødere vand. Det er plejepersonalet, der giver os besked, når noget skal skiftes eller afkalkes. Vi har også indstillet vores 10 opvaskemaskiner.

- Vi har en varmtvandsbeholder på 800 liter og en på 1800 liter. Den på 800 liter afkalkes hver 9. – 10. måned af vores servicefirma, det er ikke sket siden det blødere vand. (Red: Det vil blive fortaget juni-juli 2018). Beholderen på 1800 liter afsyres 2 gange årligt af andet servicefirma. De har gjort det for nylig. Det koster ca. 7000 kr. pr. gang. Det så pænt ud sidste gang, jeg kunne især se det på anoderne. Vi vil helt sikkert skære ned igen (red: på interval), hvis det ser pænt ud igen næste gang.
- Vi har samme effekt med perlatorerne som i boligerne (red: sammenligner med private).
- Vi bruger mindre tid på afkalkning, og så får vi tid til andre opgaver. Der er hele tiden noget. Vi er et hårdt ramt folkefærd (red: sagt med 'et smil')."

# ANTROPOLOGUNDERSØGELSE – PRIVATE VANDFORBRUGERE

Oplevede effekter af blødere vand i 15 husstande i Brøndby



**Asmus Gemmer Haastrup, Antropolog**

**Bilag 6. 2 til DTU Rapport**

**Før- og eftermålinger af effekter af blødgøring i Brøndby  
Januar 2019**

## Indhold

Interviews med private .....	1
Resultater fra interviews med private vandforbrugere .....	1
1. Den potentielle besparelse fylder meget lidt .....	3
1.1 "Den største gevinst for mig, det er vores miljø og mine børnebørns fremtid" .....	4
1.2 De oplevede økonomiske effekter .....	5
2. Sådan oplever folk det blødere vand .....	11
2.1 Velfærdseffekter og leveforhold .....	13
2.2 Velfærdseffekter – smag, følelse og hud .....	14
3. Hvem får mest gavn af effekterne af blødere vand? .....	17
3.1. "Vi har altid prøvet at holde det rent her i stedet for at gøre det rent" .....	17
3.1.1. Opfattelsen af tidsforbrug på afkalkning – events og non-events .....	21
3.2. Familier med hjemmeboende børn og pensionister oplever effekter forskelligt .....	23
3.3. Effekterne kan opleves forskelligt inden for husstanden .....	27
3.4. Effekter af blødere vand i forhold til stress ved gæster og håndværkere .....	29
4. Vil adfærdsændringer indtræffe? .....	31
5. Sammenfatning .....	35
Referenceliste .....	37

## Interviews med private

I denne rapport præsenteres resultaterne for antropologundersøgelsen blandt 15 husstande i Brøndby gennemført i perioden marts - juni 2018. Alle har deltaget i Før- og Eftermålingsprojektet 2016 – 2018 interview og registreringsdel.

I alt deltog 30 husstande i projektet Før- og Eftermålinger af effekter af blødgøring i Brøndby. Denne undersøgelse baseres på dybdegående interviews med 15 af de 30 husstande. Hvert interview var af 40-90 minutters varighed, og i alt 20 personer deltog i interviewsituationen i deltagernes hjem. De 15 interviews omhandler deltagernes oplevelser, erfaringer og forventninger til blødere vand. Med andre ord er det de ikke-kvantificerbare effekter ved blødere vand, der er i fokus. Desuden hviler analysen på observationer i deltagernes hjem, hvor deltagere og antropolog gik rundt sammen og talte om oplevelser med kalk i badeværelser og køkken. Disse observationer er suppleret med fotos medtaget i denne rapport. Observationerne virkede til at opnå en forståelse for og understøtte deltagernes udtalelser. I interviewsituationen var udgangspunktet hele tiden deltagernes interesser, bekymringer og unikke erfaringer, således at de selv kunne tale om de emner og oplevelser ved blødere vand, de fandt væsentlige.

I det følgende belyses, den type af indsigter en antropologisk tilgang kan bidrage med i forhold til det samlede Før- og Eftermålingsprojekt. Analysen er opdelt i en række analytiske emner, der vil blive gennemgået i rapporten. Udover at afdække hvordan det blødere vand har betydning for privatforbrugerne, peger undersøgelsen også på nye specifikke ikke-kvantificerbare faktorer, der bør medregnes i en samfundsøkonomisk analyse. For en gennemgang af undersøgelsens metode, valg og sammensætning af interviewpersoner samt spørgeguide, se Bilag 6.3.

## Resultater fra interviews med private vandforbrugere

Resultaterne af antropologundersøgelsen blandt private vandforbrugere i Brøndby er sammenfattet, så de afspejler de dominerende tendenser i folks oplevelser.

Først i rapporten peger jeg på, at den lovede økonomiske besparelse som følge af blødere vand fylder meget lidt blandt de interviewede privatforbrugere. Jeg viser, hvordan den positive miljøpåvirkning ved det blødere vand er en af de vigtigste oplevede gevinster for interviewpersonerne. Endvidere fremhæver jeg de steder, hvor der er mulige besparelser at hente for forbrugerne, og sammenholder dette med tidligere analyser, der vurderer de mulige økonomiske effekter af blødere vand i private husstande.

Dernæst påviser jeg, at de oplevede effekter af det blødere vand er utallige. Jeg demonstrerer, hvordan det blødere vand har betydning for forskellige forbrugere på måder, der ville have været svære at forudse. De afhænger nemlig af de materielle rammer, husstandens livssituation, arbejdsdelingen i familien og forbrugernes personlige interesser og værdier. Nogle effekter vil muligvis slet ikke observeres af et enkelt medlem af husstanden, mens det er altafgørende for et andet medlem. Jeg gennemgår også her, hvordan deltagerne har forskellige oplevelser af det blødere vand i forhold til deres sundhedsmæssige og kropslige velfærd.

Følgelig viser jeg, hvilke forbrugere der vil opleve den største og mindste oplevede gevinst i forhold til tidsforbrug til afkalkning i hjemmet. Jeg argumenterer her for, at den oplevede gevinst er afhængig af, hvorvidt man kontinuerligt holder kalken nede, dvs. 'holder rent', eller først afkalker, når man oplever et behov, dvs. 'gør rent'. Jeg viser, at det især er husstande med hjemmeboende børn, der vil opleve en gevinst på deres tidsforbrug og på privatøkonomien, mens gevinsterne vil være mindre for pensionister og enlige.

Herefter påpeger jeg, hvordan blødere vand har en særlig effekt i forhold til folks image, idet badeværelset i dag er blevet et af hjemmets vigtigste rum i forhold til vores velvære og vores image. Blødere vand gør det nemmere for os at vise vores bolig frem over for fremmede. Det rene bruserum og toilettet uden grimme kalkstriber signalerer, at her gør vi rent og her har vi styr på tingene, et indirekte udtryk for, at vi har styr på vores liv. Flere informanter fremhæver, at med det blødere vand behøver de ikke længere føle sig stresset over at få uventede gæster.

Sluttelig analyserer jeg, hvorvidt og hvordan de nødvendige adfærdsændringer vil indtræffe blandt forbrugerne i Brøndby. Disse adfærdsændringer spiller en rolle i forhold til den samlede businesscase for blødere vand. På s. 36 findes en sammenfatning af resultaterne.

## 1. Den potentielle besparelse fylder meget lidt

*(...) uanset om jeg har en besparelse eller ej, så er det jo bedre for vaskemaskiner og opvaskemaskiner og også i al almindelighed. Jeg tror da, det er sundere at drikke blødere vand end vand med kalk. (...) Og så tror jeg at det er bedre for miljøet sådan i det store regnskab.*

*Kvinde i almen lejebolig, har ikke vaskemaskine eller opvaskemaskine.*

I HOFORs kommunikation om blødere vand til private kunder har fokus især været på den lovede besparelse på 500 kroner for en husstand på 4.<sup>1</sup> Det er imidlertid påfaldende, at den lovede besparelse ikke er vigtig for deltagerne og deres holdning til, om det blødere vand er et gode for dem selv. I interviews med deltagerne blev de spurgt, om de stadig synes, at det er en god idé, at HOFOR blødgør vandet, hvis de ikke selv får en økonomisk besparelse. Hertil kunne samtlige svare ja. Adspurgt om de stadig synes, at det var en god idé at HOFOR blødgør vandet, hvis det vil betyde en økonomisk udgift for dem, svarede samtlige også ja. Alle var villige til at betale den årlige meromkostning, en prisstigning på ca. 2 kroner pr. m<sup>3</sup> vand, i gennemsnit omkring 70 kroner per person, og over halvdelen var villige til at betale så meget som op til 1000 kroner ekstra om året for blødgjort vand. Dette gør sig gældende for såvel parcelhusejere med to akademikerlønninger som for førtidspensionisten i alment boligbyggeri. Jeg vil i afsnit 1.1 belyse hvilke positive effekter ved det blødere vand, der har betydning for denne betalingsvillighed.

Selvom det privatøkonomiske aspekt ved blødere vand ikke er et vigtigt aspekt for deltagerne, er der dog fælles enighed om, at det blødere vand skal medføre en samfundsøkonomisk besparelse eller i hvert fald ikke være af negativ samfundsøkonomisk betydning. Økonomien er således et aspekt, deltagerne synes er vigtigt set i en større sammenhæng. Nogle fremhæver dog, at de ville synes det var mærkeligt, hvis HOFOR ikke også redegjorde for de privatøkonomiske besparelser, og at HOFOR burde gøre det klart, at de 500 kroners besparelse er baseret på en samfundsøkonomisk analyse og ikke vil være en besparelse, man nødvendigvis som forbruger selv kommer til at opfatte er indtruffet. Dette skyldes, at deltagerne ikke fører detaljerede husholdningsbudgetter, hvor der er afsat penge til f.eks. afkalkningsmidler, vaskepulver, sæbe og shampoo osv. Endvidere fremhæver nogle, at det er svært for den enkelte at vurdere, om det vil være en bedre

---

<sup>1</sup> Rambøll peger på en årlig besparelse på ca. 500 kroner for en gennemsnitlig dansk husholdning på 2,15 personer ved en hårdhedsgrad på 10 °dH (Rambøll 2017, 65).

forretning at købe nye husholdningsapparater, der i fremtiden vil være mere vand og energibesparende, end at beholde sine nuværende apparater. De køber således ikke nødvendigvis præmissen om, at en længere levetid på eksempelvis vaskemaskinen vil være en god forretning hverken for dem selv eller på en større skala.

Slutteligt fremhæver deltagere, der bor i fælles boligbyggeri, at de ikke har vandmålere, der måler et faktisk forbrug. Fordi vandregningen kommer over et fordelingsregnskab, vil den enkelte ikke have mulighed for se, hvis prisen på vandet stiger som følge af central blødgøring. De har ikke mulighed for at skelne, hvad de betaler for vandet i forhold til den øvrige husleje. Derfor fremhæver nogle, at det ikke giver mening for dem at få fremhævet en prisstigning på vandet, da de aldrig vil opdage den. De vil kun have mulighed for at vurdere de faktorer, der spiller positivt ind i regnskabet, men uden at vide, hvad deres faktiske udgifter til blødgøringen er, vil det være svært for dem at vurdere den samlede effekt.

### 1.1 "Den største gevinst for mig, det er vores miljø og mine børnebørns fremtid"

To interviewpersoner har ikke "mærket den helt store forskel", efter der er kommet blødere vand, som de selv formulerer det, og mener begge, at de godt selv kunne undvære det blødere vand. Alligevel synes de, at det er godt, at HOFOR blødgør vandet, og de ville oven i købet være indforstået med en eventuel merudgift forbundet med det blødere vand for dem. Den altoverskyggende fordel ved det blødere vand for deltagerne er den positive miljøpåvirkning. Deltagerne ser det blødere vand som et vigtigt element i at nedbringe mængden af kemikalier og andre miljøfremmede bestanddele, der udledes med spildevandet. Endvidere peger nogle på, at transport af sæbe, shampoo, vaskemidler og midler til afkalkning kan reduceres. Slutteligt peger nogle på, at med en længere levetid på husholdningsapparater vil materialer til produktion og CO<sub>2</sub>-udledning i forbindelse med produktionen minimeres (på trods af at de peger på, at det vil koste nogle mennesker deres arbejde).<sup>2</sup>

Vigtigheden ved den generelle positive miljøbelastning illustreres bl.a. ved de to deltagere, der fremhæver (som kvinden i citatet på forrige side), at den største personlige gevinst for dem ved blødere vand er den positive miljøpåvirkning (på trods af at de har oplevet mange andre positive effekter). Deltagerne ser det blødere vand som et delelement i at bevare det

---

<sup>2</sup> En enkelt deltager peger også på, at det generelle vandforbrug kan nedbringes. Dette kommer bl.a. af, at toiletter vil kalke sjældnere til, og der derfor ikke vil være så stort et vandspild forbundet med løbende toiletter, som det er tilfældet i dag.



rene grundvand både for naturen<sup>3</sup> og for fremtidige generationers skyld. Hensynet til miljøet er en fortælling, som HOFOR (tidligere Københavns Energi) har observeret i forbindelse med tidligere forbrugerundersøgelse (Bonnichsen et al 2006, Aalund & COWI 2007). Vigtigheden ved bevarelse af det rene grundvand er en meget udbredt fortælling i alle samfundslag og befolkningsgrupper i Danmark og skyldes med største sandsynlighed det store oplysningsarbejde og fokus, der har været i Danmark på området i flere årtier (Haastrup 2018).<sup>4</sup> Således viste en stor national spørgeundersøgelse fra DMU fra 2005 samt en KVL undersøgelse fra 2006, at forbrugerne var villige til at betale mellem 1.626-1.900 kroner ekstra om året pr. husstand for (Hasler m.fl. 2005,10; Bonnichsen m.fl. 2006), hvis vandforsyningen kunne sikre den beskyttelse af grundvandet, der i forvejen blev ydet på daværende tidspunkt. Aalund og COWIs undersøgelse for Københavns Energi 2007 viste at betalingsviljen lå på ekstra 1.300 kr. – 1.700 kr. årligt per husstand for at bevare drikkevandets kvalitet som i 2007 (hvor der i perioder var tilsat klor pga. brug af overfladevand i tørkeperioder), mens borgerne var villige til at betale ekstra mellem 1.600 kr. og 2.200 kr. årligt per husstand, for at vandet altid er naturligt rent grundvand.

Den positive miljøpåvirkning ved det blødere vand er således uden sammenligning den gevinst ved blødere vand, som deltagerne lægger mest vægt på. Den personlige økonomiske besparelse er ikke af synderlig vigtighed for den enkelte eller husstanden, og tidsbesparelsen på lettere og mindre hyppig afkalkning er kun væsentlig for nogle, hvilket jeg beskriver i afsnit 3.

## 1.2 De oplevede økonomiske effekter

På trods af at den personlige økonomiske besparelse ikke fremhæves af deltagerne som det væsentlige ved blødere vand, og at det er svært for dem at observere besparelserne i den daglige husholdningsøkonomi, er det vigtigt i denne sammenhæng at pege på, hvilke besparelser, deltagerne rent faktisk har oplevet eller forventer vil indtræffe. Sådanne besparelser har en effekt i både den enkelte husstands økonomi på længere sigt, ligesom det har en effekt samfundsmæssigt.

Jeg vil derfor i dette afsnit gennemgå nogle af de økonomiske besparelser, de private allerede har eller forventer at *opleve*. Når 'oplevet' fremhæves, skyldes det, at ingen af

---

<sup>3</sup> Her skal natur forstås som en natur, der er forestillet som værende eller have potentialet for at være fri for menneskelig påvirkning. Det er altså så at sige naturen for naturen skyld, der fremhæves.

<sup>4</sup> I store træk er det et fokus, der opstod efter energikrisen i Danmark i 1973 og med Brundtlandrapporten i 1987, hvor opmærksomheden på, at Danmark og kloden har begrænsede naturressourcer blev skærpet.



deltagerne har et husholdningsbudget, hvor de nøje fører regnskab med udgifter til eksempelvis vaskepulver, afkalkningsmidler, sæbe, shampoo og balsam. Endvidere har nogle af deltagerne et indkøbsmønster, der er præget af, at de køber disse ting ind på tilbud (med forskellige grader af besparelse), og de har derfor ikke mulighed for at have en fornemmelse af, hvor mange penge, de sparer som resultat af et mindre forbrug. Oplevelsen af besparelse handler derfor om, at deltagerne oplever, at de bruger mindre vaskepulver, sæbe osv. i de konkrete situationer, hvor det bruges (eks. hvor stor en del af håndfladen shampooen fylder efter blødere vand modsat tidligere), samt at de putter det sjældnere og i mindre mængder i indkøbsvognen. Som en deltager fremhæver, så går almindelige mennesker ikke rundt til dagligt og registrerer, hvor meget afspændingsmiddel de bruger. De køber det ind, når de kan se, at beholdningen er ved at være lav, eller hvis de finder et godt tilbud.

Endelig er der tale om besparelser, som forbrugerne først vil opleve efter en årrække. Dette gælder især i forhold til større husholdningsapparater og installationer som kaffemaskiner, toiletter, armaturer, vaske- og opvaskemaskiner og varmtvandsbeholdere. Her vil besparelserne ved disse maskiners og installationers længere levetid først kunne mærkes efter flere år.

De følgende eksempler tjener både til at vise, at der for nogle vil være økonomiske effekter, man ikke havde forventet eller medregnet i tidligere analyser (COWI 2014, Deloitte 2015, Rambøll 2017), samt til at belyse hvorvidt man kan forvente, at det blødere vand vil medføre de adfærdsendringer, der er nødvendige for at sikre en besparelse for den private vandforbruger, eksempelvis mindre brug af vaskemiddel.<sup>5</sup>

### **Vaskemaskine og opvaskemaskine:**

- Samtlige deltagere er begyndt at bruge mindre vaskepulver og orientere sig efter vaskeanvisningen på vaskepulveret. En deltager brugte for lidt vaskepulver før blødere vand og fandt ud af, at hun faktisk havde doseret efter middelhårdt vand tidligere.
- Alle, der før blødere vand brugte skyllemiddel, bruger det også efter, men i mindre mængder. Nogle af disse udtrykker en tilfredshed med, at de nu ikke skal udlade så meget skyllemiddel til skade for naturen.

---

<sup>5</sup> Rambøll vurderer, at "selv uden effekter fra ændret forbrugeradfærd er (...) [besparelserne] fortsat positive, men dog noget mindre" (Rambøll 2017, 70).

- En deltager mener, at det blødere vand vil slide mindre på tøjet og gøre det mindre forvasket og dermed mindske behovet for at indkøbe tøj. Dette er en mulig faktor ved blødere vand, som fremhæves i Rambølls analyse (Rambøll 2017, 15).
- Kun få deltagere har taget vaskemaskinens lovede levetid med i betragtning, når de skulle købe en ny. Dette skyldes, at de mener, at der er indbygget levetid i maskinerne, og det således er mekaniske fejl og ikke kalk, der er skyld i, at maskinen går i stykker og skal udskiftes. Ingen af disse deltagere vil overveje at udskifte den gamle og købe en dyrere maskine, fordi den forventes at have en længere levetid. I flere hjem har maskinerne holdt så kort tid som 4 år.
- Samtidig siger samtlige deltagere, at der ikke var noget, der kunne få dem til at udskifte deres vaske- eller opvaskemaskine, før de var gået helt i stykker eller var begyndt at vaske så dårligt, at det ville blive et problem i hverdagen.
- Deltagerne vil ikke som udgangspunkt udskifte til nye maskiner pga. aspekter som mode, nye funktioner eller fordi fronten på vaskemaskinen ser pænere ud ift. resten af køkkenet. Det er relevant at få afdækket om denne tendens blandt forbrugere er alment gældende, da folks ønske om at skifte maskiner pga. mode mm indgår som en negativ faktor i tidligere analyser af blødere vand.
- To deltagere er overbevist om, at husholdningsapparater vil blive mere intelligente i fremtiden og selv kunne måle hårdheden på vandet (og således tage forbehold for eventuelle udsving i vandets hårdhed). Vaskemaskiner vil dosere vaskemiddel og skyllemiddel og evt. selv bede om at blive afkalket. Desuden mener de, at opvaskemaskiner i fremtiden selv vil dosere salt og afspændingsmiddel. De fremhæver derfor, at det end ikke vil være nødvendigt for folk at ændre deres adfærd omkring tøjvask og opvask, eftersom maskinerne selv vil styre ønsket adfærd i forhold til vandets hårdhed. Sådanne fremtidsscenarier skal altid tages med et gran salt, men dog er det interessant, at Rambøll gennem samtaler med flere aktører, herunder Foreningen af Producenter og Importører af Elektriske Husholdningsapparater (FEHA), peger på, at danskernes købemønster ændrer sig i retning af, at der skal indkøbes dyrere apparater og installationer (Rambøll 2017, 39).
- Af de registreringsskemaer, folk har udfyldt over en tre måneders periode i før- og eftermålingsfaserne, fremgår det, at deltagere med egen opvaskemaskine og deltagere som selv doserer vaskepulver i vaskemaskinen oplever, at de fylder afspændings- og afkalkningsmidler og sæbe på sjældnere sammenlignet med før blødere vand.

## **Bad, hår og hud:**

- I Rambølls undersøgelse er brusere og blandingsbatterier ikke medtaget som en faktor i analysen, da det vurderes at forbrugerne jævnligt afkalker dem, således at levetiden ikke påvirkes ved et mindre kalkindhold i vandet (Rambøll 2017, 30). Dog fremgår det i denne undersøgelse, at nogle deltagere kun afkalker bruserhovedet sjældent og derfor har oplevet, at de måtte skifte dem ud jævnligt. Hertil skal bemærkes, at dette er mest udtalt i alment boligbyggeri, hvor jævnlig lukning og åbning af vandet i ejendommen medfører skidt og rust, der ophober sig i bruserhovederne.
- Endnu mere udtalt er det for blandingsbatteriet til bruseren. Tæt på halvdelen af interviewpersonerne ved ikke, hvordan man kan afkalke batteriet, og har således oplevet at batteriets blandingsevne på et tidspunkt har været meget påvirket. Når batteriet ikke længere har kunnet yde en stabil temperatur, har deltagerne udskiftet til et helt nyt batteri. Disse er næppe enkeltstående tilfælde, og det blødere vand kan således have en økonomisk betydning også for blandingsbatterier i mange husstande.
- 11 ud af 15 deltagere vurderer, at de bruger mindre shampoo i dag. For flere af dem har det været nødvendigt at bruge mindre, da de ellers havde følelsen af ikke at kunne skylle shampooen ud af håret. 7 ud af 15 bruger mindre vaskemiddel og sæbe, men dette skyldes i de fleste tilfælde HOFORs informationskampagne efteråret 2017. De der bruger mindre shampoo og sæbe har svært ved at vurdere, hvor meget det drejer sig om, men slutter, at deres mindre forbrug må resultere i besparelser.
- 3 deltagere nævner, at de er begyndt at bruge mindre hudcreme efter blødere vand, fordi deres hud ikke udtørres så hurtigt. De vurderer, at de trykker ca. 1/3 mindre ud i hånden hver gang og altså som følge heraf vil mindske deres forbrug af håndcreme med 1/3. Andre deltagere bruger stadig samme mængde hudcreme, men har oplevelsen af at have mindre udtørret hud.

### **Toilet og håndvaske:**

- Nogle vælger at udskifte toilettet helt, når det er meget kalket til. To deltagere kan fortælle, at udskiftning af indmad og andre dele kan beløbe sig til halvdelen af et nyt toilets pris. Derfor havde de begge valgt at udskifte til et nyt toilet, også for at slippe af med den grimme toiletkumme. Det er et vigtigt aspekt ved blødere vand, da levetiden af toiletter forlænges og folk ikke bare udskifter dem p.g.a af tilkalkning, når de er defekte, løber eller ser grimme ud.

- Nogle deltagere siger, at de nu efter blødere vand kunne overveje at udskifte deres toilet, før det var defekt, for i fremtiden at kunne slippe for at se på en misfarvet toiletkumme. De mener, at det med det blødere vand vil være nemmere at holde et nyt toilet rent og pænt.
- En enkelt ældre deltager har et bidetsæde monteret oven på sit toilet og nævnte at det var vigtigt for vedkommende, at levetiden på bidetet forlænges. Det gamle bidetsæde havde holdt 7 år. Det nye blev installeret for ca. et år siden, nogle måneder før der kom blødere vand, og nu forventer deltageren, at levetiden vil forlænges minimum til 10 år. Et bidetsæde koster 5-10.000 kr., og deltageren er derfor glad for, hvis der er penge at spare her.
- Nogle udskifter perlatorer til helt nye i stedet for at afkalke dem. Der må derfor være en besparelse her i en stor skala, om end den er lille for den enkelte privatforbruger. I boligforeninger udleverer driftsfolk ofte nye perlatorer, da det er billigere end at bruge arbejdstid på selv at afkalke dem.

#### **Varmtvandsbeholdere:**

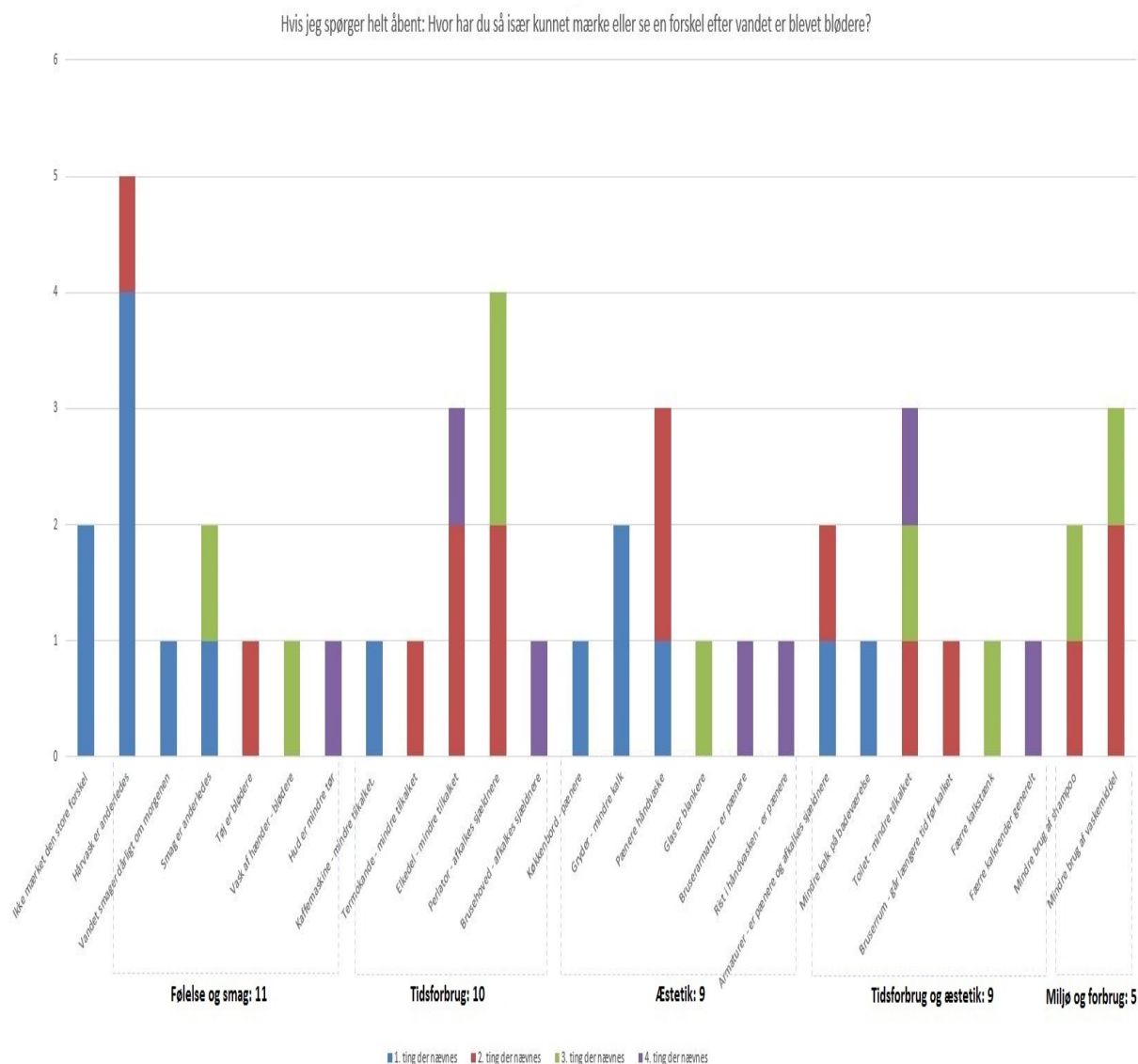
- Rambøll skriver, at "en reduktion i lagervolumen for varmtvandsbeholderen [vil] først have effekt på energiforbruget i tilfælde, hvor beholderen er meget tilkalket" (Rambøll 2017, 30). Imidlertid havde nogle parcelhusejere en forventning til, at der vil være en effekt på energiforbruget til deres varmtvandsbeholder med blødere vand. De nævner, at de tidligere har fået afkalket beholderen med 10 års mellemrum.
- En enkelt deltager og parcelhusejer har en varmeveksler, der hyppigt skal til afsyring. Deltageren håber på, at tiden mellem afsyringer vil forlænges (regner med en fordobling), samt at opvarmningsevnen ikke vil forringes så hurtigt, som det hidtil har været tilfældet. Deltageren forventer, at det er her husstanden vil se de største besparelser. Rambøll har ikke medtaget varmtvandsvekslere for private husstande i analysen (Rambøll 2018:29)

#### **Elkedler og kaffemaskiner:**

- De fleste udskifter først deres elkedel, når den går i stykker. Imidlertid er der nogle få, der udskifter dem årligt eller hvert andet år, når de ser en smartere, pænere elkedel, eller én med nogle brugbare funktioner. Således vil det ikke være alle, der tager et økonomisk rationelt valg, når det kommer til elkedlen.

- For kaffemaskinen gælder, at den først udskiftes, når den er gået helt i stykker, eller funktioner, såsom en lampe der indikerer at kaffemaskinen skal afkalkes, er blevet defekte og skaber irritationsmomenter i hverdagen.
- De fleste deltagere har ikke en fornemmelse af, hvor store mængder afkalkningsmidler de bruger, hvor hyppigt de handler dem ind, eller hvor mange penge de bruger på dem (i store træk). To deltagere havde dog et overblik over det og kunne alle konstatere, at de bruger og køber færre afkalkningsmidler, om end at forskellen er lille. De bruger begge samme mængde middel, når de afkalker, men der er blevet længere mellem, at der skal kalkes af.
- Der er blandt beboere i alment boligbyggeri et håb og en forventning til besparelser på udskiftning af rør og stigstreng. I og med at forsnævringen af rørene som følge af kalk vil opbygge sig langsommere, vil problemer med tilstopning af rør pga. kalk være længere tid om at opstå. Derfor vil rørene skulle udskiftes sjældnere. Deltagerne i alment boligbyggeri mener, at den sjældnere udskiftning og rekvirering af håndværkere i fremtiden vil kunne mærkes positivt på huslejen i form af, at de forventede huslejestigninger ikke bliver helt så store.

## 2. Sådan oplever folk det blødere vand



Ovenstående figur er en ministatistik fra de 15 interviews med private baseret på et åbent spørgsmål i starten af interviewet: "Hvor har du især kunnet mærke eller se en forskel efter vandet er blevet blødere?". Ud over de to deltagere som siger, at de ikke har mærket den store forskel, nævnes en række forskellige oplevede effekter – uden at jeg på forhånd havde præsenteret dem for nogle af de mulige effekter ved det blødere vand. I løbet af interviewet med de 15 husstande nævnes mange andre oplevede effekter.

Det er en væsentlig indsigt i sig selv, at oplevelserne med det blødere vand er så talrige og mangfoldige. Det vidner om, at der er mange oplevede gevinster og enkelte ulemper ved det blødere vand – men så talrige og forskelligartede, at det er svært at danne sig et samlet billede heraf. De kan dog groft set kategoriseres i forhold til smag og følelse af det blødere

vand (11 udsagn), mindre tidsforbrug (10 udsagn), æstetiske værdier (9 udsagn), tidsforbrug og æstetik (9 udsagn) og effekter vedrørende miljø og forbrug (5 udsagn). For en uddybning af oplevede effekter se afsnit 2.1 og 2.2. Effekterne kan fremstå som uvæsentlige set i lyset af en samfundsøkonomisk analyse, men de viser sig at være af betydning for den enkelte forbruger: hvordan det blødere vand påvirker vores velvære, velfærd, herunder tidsforbrug, og vores ønsker til det gode liv - og ikke blot vores privatøkonomi. Som individer og husholdninger finder vi forskellige ting vigtige og bemærkelsesværdige. Således er det vigtigt for deltageren, der drikker tre kander instant kaffe om dagen, at termokander og elkedel ikke kalker så hyppigt til. Det er vigtigt for deltageren med tendens til meget tør hud, at huden efter det blødere vand ikke udtørres så nemt.

Denne undersøgelse afdækker et bredt spekter af oplevelser med det blødere vand, men det er svært at pege på, hvad der vil være de vigtigste oplevede effekter for forbrugerne ved det blødere vand. Dette skyldes, at det blødere vand er et nyt element i forbrugernes meget forskelligartede hverdage og den hverdagspraksis, de har skabt baseret på forskellige præferencer, interesser og forståelser af deres egen og andres velfærd. For en børnefamilie der ikke har tid til at afkalke i hverdagen, vil det blødere vand betyde mindre tid brugt på afkalkning af baderum, tid de i stedet kan bruge med deres børn. Dette er ikke væsentligt for en husholdning, der holder hjemmet rent hele tiden. For en deltager der betegner sig som "kaffe-aficionado" er det af værdi, at kaffen nu smager bedre, mens det samme ikke fremhæves af deltageren, der drikker tre kander instant kaffe om dagen.

Det vidner om, at den samme ting - tidsforbrug på afkalkning af baderum eller det blødere vands betydning for kaffen - opfattes helt forskelligt, afhængigt af hvad der går forud for det blødere vand – om man har børn, eller om man interesserer sig for kaffens smag og kvalitet eller blot kvantiteten.

Dog kan der peges på, at de materielle rammer i hjemmet er vigtige. Med materielle rammer menes, hvorledes hjemmet er indrettet og hvilke husholdningsapparater, der forefindes. I hjem uden egen vaskemaskine og opvaskemaskine spiller det blødere vand ingen rolle ift. disse apparater, og interviewdeltagerne uden disse apparater forventer selvsagt ikke en besparelse som følge af en længere levetid. I hjem hvor der ikke drikkes kaffe, er der ingen kaffemaskine, der skal afkalke. I hjem med badekar foregår afkalkning af badeværelse anderledes end i hjem med bruserum. På badeværelser, placeret i midten af boligen og med dårlig udsugning, danner dampen fra brusebad også kalkpletter på spejle og andre overflader, dette er ikke tilfældet for badeværelser med vinduer eller god udluftning. På badeværelser med væghængte toiletter er det nogle gange så svært for privatpersonerne at komme til at afkalke toiletindmaden, at de enten ikke gør det, fordi de ikke ved, hvordan de

kan gøre det, eller de får VVS'ere til det (to deltagere havde det sådan).<sup>6</sup> Den langsommere opbygning af kalk som følge af blødere vand har en betydning for dette. I parcelhuse med varmtvandsbeholdere og varmevekslere er der et potentiale for besparelser på mindre hyppig afsyring, dette observeres ikke i boligråder med centralvarme. Således vil man i store træk ud fra hjemmets materielle rammer kunne pege på, hvad forventningerne til besparelser vil være, samt hvor stort et besvær forbrugeren vil have med at fjerne kalk i sit hjem.

## 2.1 Velfærdseffekter og levestandard

Nedenstående er et eksempel på, hvordan blødere vand kan være med til at forbedre folks velfærdssituation i forhold til deres levestandard.

**Thomas er 81 år gammel** og bor med sin jævnaldrende kone Maria i en 3 værelses lejlighed i et alment boligbyggeri i Brøndby. Maria er meget dement og i takt med forværringen af hendes sygdom, har Thomas overtaget alle huslige pligter i hjemmet. Han taler derfor med stor sikkerhed om det blødere vands betydning i deres hjem. Størst er betydningen på badeværelset, som vi går ud på sammen. Thomas har købt et "Toto", et japansk bidetsæde, der er monteret oven på toilettet. Thomas forklarer: "(...) Så det (at der er mindre kalk i vandet) er meget vigtigt for mig med denne her nytte ting, og især når min kone er dement". (feltnote maj 2018)



Figur 1. Thomas' bidetsæde.

For Thomas er bidetsædet et nødvendigt redskab i et meget personligt projekt om fortsat at kunne bo sammen med sin demente kone. Bidetsædet giver nemlig mulighed for, at hans kone selv kan gøre sig ren efter toiletbesøg også i fremtiden.<sup>7</sup> Og med det blødere vand

<sup>6</sup> I nogle tilfælde er væghængte toiletter opsat således, at man skal skære hul i en gipsvæg for at kunne komme til at afkalke indmaden. Man kan formode, at dette i mange tilfælde først gøres, når toilettet tydeligt løber som følge af tilkalkning.

<sup>7</sup> Som en forsøgsordning med skylletoilettet (bidetsæder) fra Aarhus Kommune illustrerer, er skylletoilettet et effektivt redskab i at skabe selvhjulpethed for ældre til at besørge (Aalykke 2013).



forventer Thomas, at bidetsædet vil kunne holde 10 år. Til den tid vil de være 91 år gamle og med stor sandsynlighed ikke selvhjulpne længere men flyttet på plejehjem.

Dette er selvfølgelig et noget specielt eksempel, men pointen er, at det blødere vand indtræder som et nyt element i en hverdag fyldt af betydninger og værdiladede aktiviteter, som er meget svære at kortlægge eller sige noget generelt om – de er i store træk uforudsigelige. Nedenfor gennemgås en række andre velfærdseffekter, som de opleves af interviewdeltagerne.

## 2.2 Velfærdseffekter – smag, følelse og hud

*”Den største gevinst er nok ift. vores velfærd og velbefindende... mindre tør hud, smagen og måske det lidt blødere tøj (...)”*

*Mand i parcelhus.*

For deltagerne i interviewundersøgelsen har det blødere vand også en betydning i forhold til deres fysiske velbefindende. Jeg vil her nævne nogle af eksempler herpå, som deltagerne fremhævede i interviewene.

### **Hud:**

Tre deltagere oplever, at de har færre problemer med udtørret hud, andre nævner, at de skal bruge mindre hudcreme. Rambøll fremhæver, at kun forbrugere med børneeksem potentielt vil opleve en forbedring med blødere vand. Dette aspekt kan med fordel undersøges nærmere i en større kvantitativ undersøgelse af Brøndby forbrugernes oplevelser.

### **Sundhedseffekter:**

To deltagere fremhæver, at selvom de er glade for det blødere vand, kunne de godt tænke sig, at man havde lavet grundige analyser vedrørende de langsigtede sundhedsmæssige effekter ved blødere vand samt en vurdering af, hvad der ville ske med folkesundheden, hvis postevandet grundet alvorlige systemfejl overskred grænseværdierne i en længere periode. De fremhæver, at de ikke nødvendigvis behøver at blive informeret om det. De vil bare gerne være helt trygge ved, at der foreligger en solid vidensbase, skulle problemet opstå.

Flere andre deltagere fremhæver, at når de har talt med andre borgere i Brøndby om det blødere vand, er snakken ofte faldet ind på emnet om, hvilke sundhedsmæssige konsekvenser tilsætningen af kemikalier i blødgøringsprocessen har.

### **Tandsundhed:**

En deltager siger under interviewet, at han har hørt, at grunden til at HOFOR ikke blødgør vandet fuldstændigt er, at det ellers vil skabe problemer med den generelle tandsundhed. (Rambøll 2017, 33–34).

### **Hår:**

Nogle deltagere nævner, at det er rarere at gå i bad, og at håret føles blødere efterfølgende. En enkelt deltager oplever, at håret falder sammen hurtigt efter bad, og at det er blevet nødvendigt at vaske hår hyppigere. Hun er begyndt at føntørre sit hår mere.

### **Smagen af vandet:**

Ud af otte deltagere der har oplevet at smagen af vandet er anderledes mener halvdelen, at det er til den gode side. Enten fordi smagen er bedre, eller fordi vandet føles blødere i munden. Ud af de tre der siger, at de kan smage forskel på kaffen synes samtlige, at smagen er blevet bedre.

For samtlige der synes smagen er blevet bedre, fremhæves det, at de nu har oplevelsen af at drikke mere vand til daglig og kunne nyde deres kaffe mere, hvilket de mener er godt for deres egen sundhed og velbefindende.

To deltagere er begyndt at drikke mere vand, fordi det nu er nemmere at få iskoldt vand. Den ene har en is-dispenser indbygget i køleskabet. Hun har i mange år ikke puttet isterninger i vandet, fordi isterningerne efterlod et grimt kalklag i vandoverfladen, som hun ikke kunne udstå. Det oplever hun ikke længere, og hun kan nu drikke iskoldt vand igen.

Den anden deltager er begyndt at opbevare flasker med postevand i køleskabet, efter der er kommet blødere vand. Han og kæresten havde også tidligere gjort dette for altid at have koldt vand ved hånden. De var dog gået væk fra det, fordi glasflaskerne kalkede hurtigt til og fremstod grimme og uindbydende i køleskabet. Efter blødere vand kalker flaskerne ikke til, og de har nu altid koldt vand i køleskabet. Begge deltagere fremhæver, at det faktum, at de nu kan få koldt postevand, uden at det medfører grim uappetitlig kalk, får dem til at drikke mere vand i dagligdagen.

En deltager synes at vandet smager dårligt om morgenen efter blødere vand. Han beskriver smagen som ”vand der har stået stille for længe”. Resten af døgnet smager vandet udmærket.

**Blødere tøj:**

Af de fem deltagere, der ikke tørretumbler, bruger skyllemiddel, eddike eller anden kalkfjerner i forbindelse med tøjvask, har fire en oplevelse af, at deres tøj er blevet blødere. Den femte synes kun, at det er håndklæderne, der er blevet blødere.

**Andre effekter ved blødere vand:**

Ud over folks helt umiddelbare oplevelse af blødere vands betydning for deres dagligdag viser undersøgelsen også nogle mere generelle træk i forhold til effekten af blødere vand for forbrugernes levestandard. I afsnit 3.2. redegør jeg således for, hvordan blødere vand især har en betydning for børnefamiliers levestandard og tidsforbrug, idet det blødere vand i disse familier ses som en stor fordel, fordi mindre tilkalkning og rengøring betyder, at der frigives tid til at være mere sammen som børnene i familien.

I afsnit 3.3. viser jeg, hvordan blødere vand især opleves af kvinderne som en lettelse af deres arbejdsbyrde, idet arbejdsdelingen i hjemmet betyder, at de daglige rengørings- og afkalkningsopgaver overvejende udføres af kvinder, mens mænd tager sig af de mere 'tekniske opgaver' relateret til tilkalkning, som forekommer meget sjældnere.

Endelig fremhæves det af nogle deltagere i afsnit 3.4, at det blødere vand har en stor betydning for dem i forhold til den stress, de ellers har følt ved at få gæster, især uventede gæster, idet badeværelse og toilet er nemmere at renholde og derfor ser pænt ud uden grimme kalkstriber og hermed vidner om, at her er en familie, der har styr på tingene.

### 3. Hvem får mest gavn af effekterne af blødere vand?

I dette afsnit undersøges det, hvem der har den mest positive oplevelse af effekterne af blødere vand. I analysen indgår deltagernes opfattelse af tiden, de bruger på at fjerne kalk i hjemmet, hvem der har den størst oplevede effekt på deres tidsforbrug, og hvorfor det er vigtigt at spare denne tid. Desuden afdækkes, hvem der især vil opleve en økonomisk besparelse som følge af blødere vand.

#### 3.1. "Vi har altid prøvet at holde det rent her i stedet for at gøre det rent"

Et væsentlig aspekt af HOFORs kommunikation om blødere vand har centreret sig omkring, at borgerne i fremtiden vil bruge mindre tid på at afkalke i hjemmet. Men hvor meget tid spares der, og hvem vil spare mest tid og derfor have mest gavn af det blødere vand?

Under interviews i deltagernes hjem blev der spurgt ind til de skemaer, deltagerne tidligere havde udfyldt i forbindelse med Før- og Eftermålingsprojektet. Her gør de rede for, hvor meget tid de bruger om ugen/måneden/kvartalet eller året på afkalkning. Det var påfaldende i samtalerne, at når deltagerne blev udfordret med, hvor lang tid de gennemsnitligt havde brugt på afkalkning før og efter blødere vand, fremhævede næsten alle, at der var tale om et "skøn", et "slag på tasken" eller at de "tror det passer meget godt" med virkeligheden.

Som flere fremhævede, falder afkalkningsopgaver ofte drypvist og tager måske kun 5-10 minutter. Ligeså havde de fleste ikke talt tiden med i opgørelsen, hvor eksempelvis perlatorer lå til afsyring. De fremhævede, at det at skrue perlatorerne af og lægge dem i noget eddikevand samlet set ikke tog mere end to minutter. Deltagerne medregner således kun den tid, de aktivt bruger på at afkalke i opgørelsen. I den tid perlatoren ligger til afkalkning foretager de fleste sig andre husholdningsmæssige opgaver, som ikke nødvendigvis relaterer sig til kalk. Altså flyder afkalkningen ofte sammen med andre opgaver og gøremål i hjemmet, og det er svært for deltagerne at vurdere, hvor lang tid de bruger. Som en deltager fremhævede, går han ikke rundt med et stopur, hver gang han skal afkalke.

Derfor er svaret på, hvor meget reel tid deltagerne bruger på afkalkning før og efter blødere vand usikkert. I stedet har det været relevant og frugtbart at tale med deltagerne om deres opfattelse af tidsforbrug på afkalkning. Dette kan sættes i relation til DTUs registreringsskemaer på den måde, at man kan se, om der er tale om timer eller minutter brugt på afkalkning om måneden og dermed få en fornemmelse af graden af betydning af det blødere vand for deltagerne snarere end eksakte minuttal.

## Hvem har oplevelsen af at bruge mindre tid på afkalkning?

Jeg finder skelnen mellem at "holde rent" og "gøre rent" meget relevant her. Dette var en skelnen, som blev fremhævet af en kvindelig deltager i undersøgelsen (parcelhusejer), da hun skulle forklare, hvordan det kunne være, at hun ikke bruger så lang tid på at afkalke hverken før eller efter blødere vand.

Jeg vil her kort forklare, hvad det betyder at "holde" og "gøre" rent, og inddrage eksempler på to deltagere, som gør henholdsvis det ene og det andet, gennem en beskrivelse af deres hjem, vores samtale og med inddragelse af billeder taget hos dem.

**Lisa holder rent.** Lisa er i starten af 60'erne og bor i et rækkehus i Brøndby med sin mand

Christoffer. Rækkehuset har et køkken som hænger sammen med stuen, et badeværelse, to yderligere rum, udestue samt en dejlig baghave. Vinduerne i hjemmet fremstår rene, det samme gør alle overflader i køkkenet og resten af hjemmet. På badeværelset reflekteres sollyset i den spejlblanke sorte vask, og brusenichens glasvægge fremstår spejlblanke. Lisa fortæller, at både hun og Christoffer tørre brusenichen helt af med en skraber og klud, efter de har været i bad, for at forhindre, at kalken opbygger sig. Det gjorde de både før det blødere vand og nu efter. Vasken gider Christoffer ikke at tørre af, så det gør Lisa – også hvis manden har brugt den. De tørre overflader i køkkenet og køkkenvasken af efter hver gang, de har lavet aftensmad. Lisa tæller hvor mange kaffefiltre hun bruger, og på



Figur 2. Brusenichen hos Lisa er tørret helt af.

den måde ved hun altid, hvornår kaffemaskinen skal afkalkes. Det er vigtigt for hende, at den fremstår pæn og ikke larmer, når de får gæster. Når den afkalkes bruger hun samtidig eddike-vandet til at afkalke elkedel, perlatorer og brusehoved. Lisa fortæller, hvordan det blødere vand nu gør, at hun nu har mindre behov for at gøre disse ting jævnligt for at holde hjemmet pænt og rent:

*Jeg har haft 100 filtreringer nu uden at have kalket min kaffemaskine af. Det ved jeg, fordi jeg tæller kaffefiltre. Jeg har altid brugt mellem 35-40 kaffefiltre, fordi så havde jeg en fornemmelse af, hvornår den skulle afkalkes. (...) Så jeg sagde fra 18/9 (den officielle overgangsdato for blødere vand), der tager vi 70 filtreringer, fordi det er det dobbelte af, hvad*

*det plejer. Nu er jeg så oppe på 100 kaffefiltre og har ikke kalket af - og det synes jeg er stort. Jeg har heller ikke kalket mine perlatorer af siden, og heller ikke mit brusehoved*

**At holde rent** handler altså om kontinuerligt at forhindre, at kalken opbygger sig. De deltagere der holder rent har alle til fælles, at de tørrer brusenicher helt af efter brusebad, tørrer køkkenvask af enten efter at have lavet aftensmad, eller efter hver gang, de har taget vand derfra. De tørrer håndvask på badeværelse af ofte, mange i forbindelse med at have været i brusebad. Mange har desuden mere eller mindre fastlagte rutiner for, hvornår toilettet skal renses, kaffemaskinen og elkedlen afkalkes, og for samtlige falder afkalkning af perlatorer og brusehoveder altid sammen med, at det syreholdige vand fra afkalkningen kan bruges til disse.



*Figur 3. Lisas vask på badeværelset fremstår helt blank.*

Samtlige der holder rent har i gennemsnit kun angivet at bruge 20-40 minutter om måneden på afkalkning før blødere vand, og efter blødere vand bruger de mindre tid, fordi den kalk, der trods alt sætter sig og som må skrubbes af en gang imellem, har nemmere ved at gå af. I den tid medregner de ikke tiden, de bruger på at tørre bruser, vaske og overflader af. De fremhæver alle, at en tidsbesparelse på 10-20 minutter om måneden ikke er en gevinst, der betyder noget for dem. Tidsbesparelsen vil altså ikke betyde noget, eller kun meget lidt, for borgere der holder rent.



**Filip og Johanne gør rent.** De er i 50'erne og bor i et parcelhus i Brøndby. Huset har et stort samtalekøkken, som hænger sammen med stuen, 2 badeværelser, yderligere 3 rum og en dejlig have. Hjemmet er rydeligt og rent, men solen der bager på de store helvægs vinduer ind til stuen fremhæver ubarmhjertigt, at det måske er blevet tid til at få dem pudset. På køkkenbordet står tallerkener fra morgenmaden, og der ligger vanddråber i vasken. Filip fortæller, at det er svært at holde skillevæggen mellem de to vaske på køkkenvasken kalkfrit. Han skrubber på det en gang om ugen med en opvaskebørste uden noget syre på, men skrubber selve vasken sjældnere. Rundt om armaturet er der ligeså kalkaflejringer. De tørrer ikke håndvasken af efter brug. Da deres



Figur 4. Filip og Johanne tørrer ikke bruserummet af efter bad.

to børn er flyttet hjemmefra for 4-5 år siden, bruger de nu kun husets ene badeværelse til daglig. På badeværelset kan ses kalkpletter flere steder på det sorte klinkegulv. Når man mærker på håndvasken i (efterhånden mere eller mindre) gennemsigtigt glas, kan man mærke den ru overflade fra kalkaflejringerne. Filip og Johanne siger, at de ikke tørrer af efter sig, når de har været i bad.

Før blødere vand afkalkede de bruseren ca. hvert halve år, nu kan det måske blive sjældnere, vurderer de. Filip skrubber på håndvasken engang imellem ca. hver 14. dag. Oftest hænger det sammen med, at kaffemaskinen fortæller ham, at den skal afkalkes. Så bruger han det syreholdige vand til at afkalke elkedel, perlatorer og brusehoved, og slutteligt bruger Johanne vandet til at skrubbe med på vaske i badeværelser og køkken, da det er hende, der står for det. De afkalker nu sjældnere, fordi kaffemaskinen ikke så ofte beder om at blive afkalket. Filip vurderer, at vasken ligesom kaffemaskinen tilkalkes langsommere, og det nye interval for kaffemaskinen passer meget godt overens med behovet for at vaske håndvasken af. Kalken opbygger sig omtrent lige hurtigt de to steder. På badeværelset, der ikke er i brug til daglig, er der ingen kalk at se nogen steder. Johanne fortæller, at da børnene boede hjemme var badeværelset mindst ligeså hårdt ramt af kalk, som det andet er i dag, fordi børnene brugte det badeværelse. I dag omtaler de badeværelset som 'gæstetoilet', og Johanne fremhæver, at de ikke bruger det, fordi det er smart at have et toilet, der er nemt at holde, og som fremstår pænt og kalkfrit, når der kommer gæster.

**At gøre rent** er præget af, at man ikke prøver at holde kalkaflejringerne nede men i stedet prøver at komme til bunds med dem i længere arbejdsseancer, som falder på én gang, og hvor der kræves brug af (skrappere) afkalkningsmidler. Deltagere der gør rent tørrer ikke brusenichen af efter bad, tørrer kun sjældent håndvaske af (der lå ofte dråber i og på håndvasken) og afkalker på baggrund af en vurdering af, om de synes, der ser for tilkalket ud (når der ser for "snusset", "hvidt" eller "grimt" ud, som deltagerne oftest udtrykker det), fordi de skal have gæster, eller fordi maskineri (såsom kaffemaskiner) sætter et interval for afkalkningen, eller begynder at larme, når de koger. Vurderingen af behovet af afkalkning er mindre for samtlige, der gør rent, end de der holder rent, og følgelig afkalkes heller ikke så ofte. Ofte er forskellen også, at de der 'gør rent' faktisk vurderer behovet, eksempelvis ved at kigge ned i elkedlen for at se, om den kan vente med at blive afkalket, hvor dette for flere der 'holder rent' er systematiseret i fastlagte rutiner med bestemte intervaller.



*Figur 5. Filip og Johanne har svært ved at holde kalken væk fra skillevæggen mellem de to vaske i køkkenvasken. De tørrer ikke vasken af for vanddråber i dagligdagen heller ikke rundt om armaturet.*

**De der 'gør rent'** har en oplevelse af, at de nu bruger mindre tid på afkalkning (i størrelsesordenen 1-3 timer mindre om måneden i gennemsnit fordelt over året), mens de der 'holder rent' ikke oplever at bruge mærkbar kortere tid, og mange ønsker end ikke at give et bud på, hvor meget mindre tid de bruger, fordi det er ubetydeligt (men det vurderes at være 5-20 minutter mindre om måneden). Det er således de der 'gør rent', der vil have den størst oplevede effekt på deres tidsforbrug til afkalkning.

Jeg vil i næste afsnit analysere, hvorfor de der 'holder rent' ikke opfatter det mindre tidsforbrug som en gevinst og omvendt for de der gør rent, hvorefter jeg i følgende afsnit giver et bud på, hvem der vil få mest og mindst gavn af det blødere vand – både ift. tidsforbrug til afkalkning, men også på husholdningsbudgettet.

### 3.1.1. Opfattelsen af tidsforbrug på afkalkning – events og non-events

En måde at forstå hvorfor de der 'holder rent' ikke ser en gevinst ved det blødere vand ift. deres tidsforbrug på afkalkning kan skyldes, at den kontinuerlige holden rent har karakter af



det, som etnologerne Billy Ehn og Orvar Löfgren kalder 'non-events' (Ehn og Löfgren 2010). Det er hændelser, der er så ordinære og kedelige, at hvis nogen spurgte, hvad vi lavede, ville vi sige "ingenting" (ibid.). Det er handlinger i hverdagen, hvor vi som mennesker kan slå over i autopilot og dermed frigive mentalt overskud til at tage stilling til andre ting.

De der holder rent sætter autopiloten på i flere tilfælde. At tørre bruserummet af efter bad bliver en naturlig del af morgenrutinen, og ligeså tørrer de køkkenborde rene, mens de laver mad og til slut efter at have vasket op eller sat i opvaskemaskinen tørres vasken af. Hånden finder per automatik ned til kluden og kører over vasken i en bevægelse, der er udført mere end 1000 gange før. Andre afkalkningsopgaver har de systematiseret til at foregå tilpas hyppigt, således at kalken ikke når at opbygge sig, og der nemt kan afkalkes, samt så der slet ikke skal tages beslutning om dem. De behøver ikke tage stilling til, om der skal afkalkes – det ved de, fordi de har brugt 35 kaffefiltre, en hel pakke Nespresso-kapsler, eller fordi det gør de altid, mens de vasker tøj (ud over disse faktiske eksempler kan man forestille sig et væld af andre eksempler på systematiserede intervaller, eksempelvis at det sker på en fastlagt rengøringsdag).

Disse forhold betyder, at afkalkning får karakter af et non-event for de der holder rent. Tiden brugt på det betyder "ingenting", så at sige, fordi de afkalkningsrelaterede opgaver bliver rutinepræget og usynlige i hverdagen. I Ehn og Löfgrens (2010) ord har opgaverne så at sige ingen 'kulturel værdi' inden for hjemmet, fordi de er så usynlige, at man dårligt forstår og slet ikke interesserer sig for at tale om dem.

Lige modsat forholder det sig i de hjem, hvor der gøres rent. Oftest omtales afkalkning, som noget der er "rigtig irriterende" at skulle gøre. Afkalkning er en opgave der skal overstås, og for mange der gør rent planlægges en hel rengøringsdag, når de vurderer, at der er opstået et (akut) behov. Disse dage opfattes som irriterende, og som tid de ikke får igen og kunne have brugt på ting, de havde lyst til. Det er påfaldende, at for både de der holder rent og de der gør rent omtaler ingen deres tid brugt hjemme som penge.<sup>8</sup> "Tid er penge" er derimod en logik, som gør sig gældende i interviews med erhverv. Tid brugt i hjemmet værdisættes altså ikke økonomisk<sup>9</sup> men får værdi i kraft af de sociale samt andre aktiviteter, deltagerne kan bruge tiden på, der forøger deres velbefindende, såsom at drikke en kop kaffe i haven, lave marmelade med bær fra haven, få børnebørn på besøg, læse en bog eller spille guitar.

Rambøll vurderer, at blødere vand umiddelbart ikke vil påvirke tidsforbruget i forbindelse med rengøring (Rambøll 2017, 31). Denne undersøgelse peger på, at dette sandsynligvis vil

---

<sup>8</sup> Det er derfor rigtigt når Rambøll antager, at tidsforbruget brugt på afkalkning i private hjem ikke skal medtages som en økonomisk gevinst eller besparelse (Rambøll 2017, 59).

<sup>9</sup> Ingen deltagere peger på, at de ville bruge den tid, de sparer på mindre afkalkning på at arbejde eller på anden måde skabe noget af økonomisk værdi for samfundet, f.eks. gennem frivilligt arbejde.

være tilfældet (i en hvis grad) for de der "holder" rent, fordi den besparede tid ikke er kulturel vigtig og er svær at registrere. Imidlertid har det en stor betydning for dem der "gør" rent, fordi rengøringen har karakter af et event, og arbejdet falder på én gang i rengøringsseancer af længere tid. Endvidere fremhæver Rambøll kun den mindre tid brugt på afkalkning af kaffemaskine og elkedel som væsentlig (ibid.:70), men næsten samtlige deltagere (med udtagelse af en kvinde, der i gennemsnit koger 4-6 liter vand til kaffe om dagen) vurderer, at det kun er meget kort tid, de bruger på afkalkning af disse. Dette skyldes, at de kun opfatter den tid, hvor de aktivt gør noget for at afkalke - og altså ikke tiden hvor afkalkningsmidlet gør arbejdet – som tid de faktisk bruger på afkalkning, og her er der kun tale om 2-3 minutters aktivt arbejde. Derfor viser denne undersøgelse, at Rambølls antagelse er forkert. Det er især andre afkalkningsopgaver, såsom afkalkning af bruserrum og toilet, der er væsentlige ift. folks opfattelse af tiden, de bruger på afkalkning.

Jeg vil i det følgende give et bud på, hvilke sociale grupperinger der holder rent og derfor vil have mindre gavn af det blødere vand, samt hvilke der gør rent og vil opleve en stor effekt både ift. den tid de bruger på at afkalke og på husholdningsbudgettet.

### 3.2. Familier med hjemmeboende børn og pensionister oplever effekter forskelligt

*(...) i stedet for at mor hver 4. uge drøner rundt hele lørdag eller hele søndag og skal gøre rent osv. Jamen så er det måske kun hver 3. måned nu. Og så skal han (sønnen på 6 år) ikke se så meget på det der; "lad nu vær' med at gå i vejen" og "flyt dig lige" og "jeg skal nok snakke med dig, men jeg skal lige noget andet nu". Så på den måde er det nok familietid, der vil blive prioriteret.*

*Kvinde i parcelhus.*

#### **Familier med hjemmeboende børn – størst effekt**

I samtaler med interviewpersonerne blev to ting klare. For det første at mange deltagere, der i dag holder rent, gjorde rent da deres børn stadig boede hjemme. For det andet at deltagere med hjemmeboende børn gør rent, medmindre de har betalt for rengøring i hjemmet.<sup>10</sup>

Flere forældre kunne fortælle, at det var en umulig kamp at få deres børn til at tørre bruserummet af efter bad eller dråberne af vasken (også selvom de selv gjorde et godt

---

<sup>10</sup> Det var tilfældet for to deltagere.

eksempel), hvorfor det alligevel var nødvendigt at rengøre disse engang imellem. Efter børnene er flyttet hjemmefra, er det generelt blevet nemmere at holde rent snarere end at skulle gøre rent.

Såvel deltagere der holder rent i dag som de der gør rent fremhæver, at fuldtidsarbejde og børn er en kombination, der gør det svært at holde rent. Der skal hentes og bringes børn, de skal til træning (på forskellige tidspunkter), have aftensmad, puttes og meget mere. Den overskydende tid i hverdagen (som oftest ikke beløber sig til mange timer før børnene skal sove), der ikke går til praktiske gøremål, prioriterer forældrene at tilbringe med deres børn, især weekenden er af stor betydning, fordi det er her, forældrene får mulighed for at have kvalitetstid med deres børn.

Moderen i ovenstående citat fremhæver, at hun ser det blødere vand som en stor fordel, både fordi hun kan afkalke mindre hyppigt, men også fordi hun har erfaret, at den kalk der sætter sig er blevet nemmere at få af. Det frigiver tid til at være sammen som familie. Den betydningsfulde weekend for relationen med børnene bliver bedre sikret, fordi der skal rengøres mindre hyppigt. Kvinden vurderer, at der er tale om et tre gange så langt interval.

I samtalerne med deltagerne spurgte jeg ind til, hvor mange gange vaskemaskinen og opvaskemaskinen kører om ugen i forhold til, om deltagerne har hjemmeboende børn eller om husstanden er uden børn (unge familier uden børn, familier med fraflyttede børn). For vaskemaskinen var der i alle tilfælde tale om en fordobling eller mere af antallet af vaske, når der er hjemmeboende børn<sup>11</sup>. For opvaskemaskinen vurderede nogle, at der var tale om en fordobling, mens andre vurderede, at børnene ikke gjorde den store forskel, når det kom til mængden af opvask. Hyppigheden for hvor ofte maskinerne kører i relation til størrelsen af husstanden afspejles i en statistisk undersøgelse foretaget af Analyse Danmark (2015), der viste, at det især er de 30 – 49 årige og husstande med flere personer, som bruger deres vaskemaskine og opvaskemaskine mellem 1 og flere gange dagligt.

Den hyppigere tøjvask blandt deltagere med hjemmeboende børn medfører et større slid på vaskemaskinen og hurtigere tilkalkning af maskinens varmelegeme. Således kunne nogle deltagere med hjemmeboende eller nyligt fraflyttede børn fortælle, at tidligere vaskemaskiner har haft korte levetider på så lidt som 4 år.

Med blødere vand vil familier med hyppig brug af vaskemaskinen også opleve at skulle købe mindre vaskemiddel. Dette skyldes, at de nu skal bruge 1/3 mindre vaskemiddel med middelhårdt vand (10- 12 °dH) i forhold til tidligere med hårdt vand (20-22 °dH), og med en

---

<sup>11</sup> Småbørnsalderen (vuggestue og børnehave) samt teenageårene fremhæves som de år i børnenes liv, hvor vaskemaskinen kørte oftest.

dobbelt så hyppig tøjvask som familier uden børn vil det betyde en nedbringelse af behovet for indkøb af vaskemiddel.

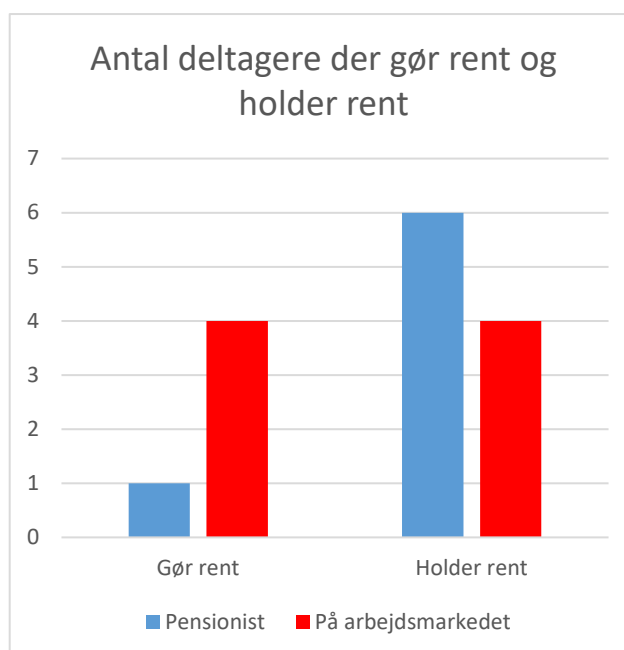
Familier med hjemmeboende børn vil altså have en større positiv oplevelse med det blødere vand, fordi det vil spare dem tid til afkalkning. Den tid de bruger på det opfattes som af stor værdi, fordi den har karakter af et event. Det er tid man bliver opmærksom på og irriteret over at bruge, når den kunne bruges på at pleje den betydningsfulde relation til sine børn. Desuden vil det blødere vand medføre besparelser for familier med hjemmeboende børn som følge af en længere levetid på vaskemaskinen samt meget mindre brug af vaskemidler.

### Familier med fraflyttede børn og pensionister oplever mindre effekt

*Hvis du var på arbejdsmarkedet og du altid afkalkede i weekenden, så kunne du måske placere den time, du har sparet der, men som pensionister kan vi jo inddele vores tid, som vi har lyst til, så vi opdager det jo ikke i hverdagen, at vi bruger mindre tid.*

*Kvindelige pensionist, parcelhus.*

Som citatet indikerer er man som pensionist<sup>12</sup> ikke bundet af et fuldtidsarbejde, der afgør hvornår man har tid til at afkalke. Når man som pensionist har mere tid i hjemmet, opstår muligheden således også for, at man kan begynde at holde rent, snarere end at gøre rent. Når afkalkningen bliver en del af de daglige rutiner og systematiseret på forskellig vis, begynder, som kvinden fremhæver, tiden man bruger på det at flyde sammen med de andre daglige gøremål. Tiden på afkalkning bliver usynlig i hverdagen, fordi den får karakter af et non-event.



Figur 6. To ud af de fire i arbejde, der holder rent, har rengøringshjælp hver 14. dag. Det er også tilfældet for én på arbejdsmarkedet, der gør rent.

<sup>12</sup> Pensionist indbefatter her både folkepension, førtidspension og efterløn.

Det er påfaldende at samtlige pensionister i undersøgelsen på nær én holder rent snarere end at gøre rent. De har tiden til det. Blandt familier med fraflyttede børn, men hvor alle stadig er i arbejde, er også flere begyndt at holde rent. Fælles for disse er, at de har (meget) mere tid til rådighed i hverdagen, og forhandlingerne om hvilke rutiner der skal være i hjemmet (Ehn og Löfgren 2010, 101–3)<sup>13</sup> nu kun finder sted mellem forældreparret, der bor i hjemmet, eller slet ikke, hvis der er tale om en single. Derfor er det nu nemt at gå over til (og i nogle tilfælde tilbage til) at holde rent snarere end fortsat at gøre rent. Selvfølgelig er der også dem, der altid har foretrukket at gøre rent og vil blive ved med det, og så er der dem, der bliver ved deres gamle vaner og gør tingene som de plejer, efter børnene er flyttet hjemmefra, som "lider" af en vanemæssig 'empty nest syndrome' (ibid.).

Pensionister og flere der har fraflyttede børn opfatter således ikke den tidsmæssige gevinst som værende af betydning, fordi de holder rent. Samtidig gør en række andre forhold som de materielle rammer, at mange ikke vil opleve den samme gevinst ved det blødere vand som familier med hjemmeboende børn.

Næsten samtlige deltagere i undersøgelsen var enige om, at de ikke mente, at de brugte mindre opvaskemiddel, når de vaskede op i hånden. Derimod så de effekter på mængden af salt og afspændingsmiddel, der skulle i opvaskemaskinen, og mange forventede en længere levetid af maskinen som følge af det blødere vand. Samtlige af deltagerne, der var enlige pensionister, havde ikke opvaskemaskine. De fremhævede, at det er der ikke behov for med kun én i husstanden. Flere af pensionisterne har samtidig ikke egen vaskemaskine, og de vil derfor heller ikke have mulighed for at se effekterne ved det mindskede sæbeforbrug og den længere levetid på vaskemaskinen.

Selvom pensionisterne og familier med fraflyttede børn ikke oplever at spare tid som effekt af det blødere vand opfatter alle interviewede det blødere vand som en gevinst bl.a. for miljøet, men også som følge af de andre oplevede effekter beskrevet i afsnit 2. Flere fremhæver desuden, at de allerede nu kan se, at det med blødere vand er nemmere at holde kalkaflejringer nede, især i toilet-kummen. De påpeger, at det vil være en stor gevinst for dem i fremtiden, når de begynder at blive mere svagelige og ikke har kræfterne til at skrubbe kalken af eller blive mindre rørige og eksempelvis ikke kan bukke sig ned, når de tørrer baderummet af efter bad. Således er der flere af de ting, de holder rent, der vil være sværere at holde rene i fremtiden. De forudser, at det blødere vand vil betyde, at kalken opbygger sig langsommere, og derfor vil det ikke have lige så stor betydning, om de ikke kan holde rent selv længere. De vil kunne rengøre det i fremtiden i enkelte rengøringsseancer,

---

<sup>13</sup> Se Ehn og Orvar (2010) for en uddybning af disse hverdagsforhandlinger (og magtkampe).

eller hvis de er visiteret til kommunal rengøring, vil rengøringen kunne holde kalken nede, når denne gør rent.

Udover at effekterne af det blødere vand opleves forskelligt af husstande med og uden hjemmeboende børn, vil der også være forskellige oplevelser inden for den enkelte husstand beboerne imellem.

### 3.3. Effekterne kan opleves forskelligt inden for husstanden

**Mand:** *Vi har sådan en på køleskabet, hvor der kommer koldt vand ud.*

*Den har vi sådan set aldrig kalket af. Den sidder bare direkte på vandleddet. Køleskabet er 10 år gammelt.*

**Asmus:** *Og der har ikke været kalkstreger herunder (hanen)?*

**Mand:** *Nej*

**Kvinde:** *Jo det har der! Jeg skal altid have de der kalkstreger af. Der kan du se, at det er mig der gør det (griner).*

*Kvinde og mand i parcelhus*

I interviews med deltagerne blev det tydeligt, at der oftest er en arbejdsfordeling mellem mand og kone (herefter partnere<sup>14</sup>), når det kommer til kalkrelaterede opgaver i hjemmet. I flere tilfælde blev det tydeligt, at den ene partner ofte ikke havde berøring med visse kalkrelaterede opgaver, nogle gange i en sådan grad at han/hun ikke vidste, at det var noget der blev gjort, ligesom ovenstående citat illustrerer.

---

<sup>14</sup> Alle par i undersøgelsen var heteroseksuelle. *Partner* bruges dog her som et begreb, der dækker over en enkelt part i et romantisk forhold uanset forholdet og familieform.

Desuden var der ofte en forskellig opfattelse af vigtigheden af de enkelte oplevede effekter ved det blødere vand mellem partnerne. Eksempelvis er det vigtigere for partneren, der primært står for madlavning, at der ikke danner sig kalk i gryderne, vigtigere for partneren der går op i kaffe, at den smager bedre, og vigtigere for partneren der har tør hud, at det ikke er et problem, man skal døje så meget med længere. Ud over de oplevelser af det blødere vand, der har at gøre med vigtigheden for det enkelte individ baseret på dennes opgaver i hjemmet, interesser eller hvilke evt. problemer denne døjer med (som tør hud), virker nogle oplevelser også til at være kønsspecifikke. Her er der naturligvis kun tale om tendenser fra et lille udpluk fra blot 12 interviews med deltagere, der bor med deres partner. Det kan dog pege på nogle forhold, der måske kan gøre sig gældende generelt.



*Figur 7. Kvinden i hjemmet kunne godt finde på at udskifte toilettet for at komme helt af med løberender. Manden vil gerne se tiden an.*

Blandt kvinderne i par var det påfaldende, at de virkede til at gå mere op i renheden af toilettrummet, om end det ikke i alle tilfælde var dem selv, der stod for rengøringen (men de stod for det i over halvdelen af husstandene). Det var især de to løberender, der danner sig i toilettet, de var irriterede over, og som de synes så "grimme" og "ulækre" ud (se også afsnit 3.4). Kvinderne var utilfredse med de grimme løberender i en sådan grad, at de svarede ja til, at de kunne overveje at udskifte toilettet helt for at komme af med løberenderne.<sup>15</sup> Det var tydeligt, at det for kvinderne var særligt vigtigt, at badeværelset så præsentabelt ud og bruserrum og vaske fremstod pæne.

De mandlige deltagere havde nogle lidt andre forhåbninger til effekterne ved det blødere vand. Mange af mændene fremhævede sig selv, eller blev fremhævet af deres koner, som "gadgetfreaks" eller som den med "forstand på alt det tekniske". Det viste sig eksempelvis ved, at når husstanden skulle have ny vaske- eller opvaskemaskine, var det i alle tilfælde mandens ansvar at søge ud på nettet, sætte sig ind i de mere tekniske informationer om maskinerne og til slut præsentere nogle forskellige muligheder for konen. Herefter ville

---

<sup>15</sup> Fra samtale med toiletproducenten IFÖ er HOFOR blevet oplyst om, at 8 ud af 10 kundeforhøring til IFÖ omhandler, hvorledes man kan komme af med løberender i toilettet. Det er derfor et problem, der opleves bredt i samfundet og ikke kun et udtryk for deltagernes holdning i denne undersøgelse.

konen, der i lidt over halvdelen af hjemmene primært stod for at vaske tøj, komme med sine input til, hvilke ting maskinen skulle kunne ift. deres behov i hjemmet. De tog derefter valget sammen.<sup>16</sup> Mændene stod desuden i alle tilfælde for at afkalke og udskifte varmelegemet i vaskemaskinen samt for at afkalke indmaden i toilettet. Blandt parcelhusejere var varmtvandsbeholderen og evt. afkalkning af varmeveksleren også en del af mandens arbejdsopgaver ligesom rekvirering af håndværkere til eventuelle kalkrelaterede opgaver.

Det var ligeså påfaldende, at de kvindelige deltagere straks begyndte at fortælle, hvor de har oplevet en forskel efter lanceringen af det blødere vand. Til sammenligning svarede mændene, at de ikke umiddelbart har mærket en forskel. Det skyldes formentlig det faktum, at det oftest er mændene, der står for "det tekniske" og for den type afkalkningsopgaver, som ikke udføres dagligt men med et langt større interval. De kvindelige deltagere oplever umiddelbart effekterne af det blødere vand i deres daglige arbejde. Dette peger på, at eftersom der er en arbejdsfordeling for de kalkrelaterede opgaver mellem partnerne i husholdningen, vil det blødere vand samlet set med al sandsynlighed komme den ene partner relativt mere til gode end den anden. Det betyder også, at en eventuel statistisk rundspørge vil vise, at mænd og kvinder vil svare meget forskelligt på spørgsmålet om, hvad de har oplevet af forandringer efter blødere vand.

### 3.4. Effekter af blødere vand i forhold til stress ved gæster og håndværkere

*Nu vidste jeg ikke, at du skulle se vores toiletter og vores badeværelse. Jeg havde gjort det rent, hvis jeg havde vidst det, men jeg er ikke engang flov over, som det så ud i dag, fordi det var faktisk ikke så slemt. Hvis det havde været for et år siden, så havde jeg haft det dårligt med at vise det frem, når jeg ikke havde været forberedt.*

*Kvinde i parcelhus*

Interviews med deltagerne peger på, at tilkalkning også spiller en rolle i forhold til det at få især uventede gæster. Kvinden i citatet ovenfor er en del af en familie, hvor man gør rent snarere end at holde rent (se [afsnit 3.1](#)). Hun og manden fremhæver, at det er vigtigt for dem, at kalken på badeværelset opbygger sig langsomt, således at det er nemmere at

---

<sup>16</sup> Antropolog Lise Tjørring viser i et studie om familiers valg i forhold til at energirenovere, at energirenoveringen ligger inde under "husligt vedligehold", som opfattes som mandens domæne i samtlige heteroseksuelle par i undersøgelsen. Det er det tekniske aspekt ved energirenoveringen, som gør at det hører under husvedligeholdelse og derfor til mandens arbejdsopgave (Tjørring 2016).



rengøre og så det fremstår pænt, rent og kalkfrit i længere tid. På denne måde behøver de ikke frygte for, at der kommer uventede gæster på besøg, hvor de ikke har haft mulighed for at lave en grundig rengøring af badeværelset. Det fremstår allerede pænt og rent. Mange deltagere (men overvejende kvindelige deltagere) omtaler vigtigheden af, at badeværelset er pænt nok til at kunne modtage uventede gæster, uden at de selv skal opleve det som stressende eller føle sig flove over badeværelsets stand. Især fremhæves grimme toiletkummer som et eksempel på en ting, man ønsker, at ens gæster ikke skal opleve. Dette i sådan en grad så nogle deltagere overvejer at udskifte deres toilet, således at toilettet fremstår pænt og med det blødere vand vil være nemmere at holde pænt og rent fremover.

Antropologerne Mark Vacher (Vacher 2008a, 2008b), Inger Sjørlev (Sjørlev 2006) og Marianne Gullestad (Gullestad 2006) argumenterer gennem deres studier af hjem i Skandinavien, at badeværelset er gået fra at være et rum, der blev betragtet som udelukkende af funktionel værdi til et af hjemmets vigtigste. De beskriver, hvordan badeværelset er gået fra at være et tabu-rum, som det i slutningen af 1800-tallet var uhøfligt som gæst at benytte, til et wellness-rum som skal kommunikere vigtige og gode værdier til gæsten. Det er værdier såsom: her gør vi rent og har styr på tingene i hjemmet og vores liv, og her går vi op i vores velvære og udseende. Et grimt badeværelse er således ikke bare et grimt badeværelse men bliver et symbol på, at her er tale om et hjem, hvor der ikke bliver gjort rent, og hvor beboerne ikke har styr på tingene. Så når interviewpersonerne giver udtryk for, at de kan få stress over at få uventede gæster, hvis toilettet ikke fremstår rent, kan det forklares ved en frygt for, at den facade vi alle forsøger at opretholde over for gæster vil krakelere.<sup>17</sup>

Ud over stress forbundet med uventede gæster, ser nogle af interviewpersonerne også frem til, at det blødere vand vil medføre, at de sjældnere skal have håndværkere rendende til at udskifte toiletter eller brusearmaturer, eller fordi rørene er tilstoppet af kalk. De fremhæver, at det vil have den betydning for dem, at de vil opleve mindre stress med at have håndværkere i hjemmet og være nødt til at tage fri for arbejde for at være hjemme, mens håndværkerne arbejder.

Det blødere vand vil således ikke bare betyde en økonomisk og tidsmæssig besparelse for forbrugerne men også have en stressmæssig betydning.

---

<sup>17</sup> Dette gælder oftest ikke for vores nærmeste relationer, f.eks. fraflyttede børn eller vores tætteste venner.

#### 4. Vil adfærdsændringer indtræffe?

*(...) jeg bruger mindre shampoo, men det er så også fordi, jeg har lært det fra barn af fra Sverige, at søvand, det kan man ikke få shampoo ud af håret med. (...) der har jeg registeret, at jeg bruger mindre. Jeg gør det i hvert fald uden at tænke over det. Fordi ellers står man en halv time og skyller - det er ligesom, når man er blevet klippet, og så står man pludselig med alt for meget shampoo i håret. Fordi man trykker bare shampoo ud, som man plejer, og der tror jeg bare helt ubevidst, at jeg har skåret ned på det, fordi jeg vidste, at det var det jeg skulle.*

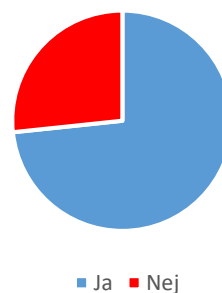
*Kvinde i parcelhus*

I det følgende belyses spørgsmålet om, hvorvidt vandforbrugerne vil ændre adfærd, efter de forsynes med blødere vand, f.eks. ved at bruge mindre vaskemiddel og på denne måde spare penge og skåne miljøet. Først peges på to fællesnævnerne for mange, der har ændret adfærd – de har erfaring med blødere vand fra andre steder i verden end Brøndby, og de har noget i deres hjem, hvor det er nemt at observere en ændring efter blødere vand. Dernæst listes hvilke adfærdsændringer, der er indtruffet hos de 15 deltagere og derved pege på hvilke tendenser, der gør sig gældende i undersøgelsen.

Nogle deltagere er begyndt at bruge mindre sæbe, fordi HOFOR har kommunikeret herom, men for størstedelen, der bruger mindre, er det snarere et resultat af, at de fysisk kan mærke at behovet for shampoo ikke er lige så stort som før blødere vand. Konkret udmønter en for stor mængde shampoo sig i oplevelser af, at shampooen er svær og tager lang tid at skylle ud af håret, at det skummer meget, eller at håret bliver usmidigt og klasker sammen. Fælles for mange af dem, der fysisk kan mærke at behovet

for shampoo er mindre, er at de har holdt ferie eller boet steder med meget blødt, blødt eller middelhårdt vand, eksempelvis i Sverige som deltageren i citatet på denne side. De har således allerede en kropslig erfaring med det blødere vand. Som kvinden i citatet peger på, forbandt hun mere eller mindre ubevidst sin barndoms meget bløde søvand med det nu blødere vand i Brøndby og tilpassede hurtigt sin adfærd herefter. Kroppen (det ubevidste) genkendte følelsen af det blødere vand, såvel som at hun bevidst gjorde det. Det vidner om,

Bruger deltageren  
mindre shampoo i  
badet?



at adfærdsændringer for nogle vil indtræffe uden at det kræver en stor bevidst indsats, fordi den ønskede adfærd allerede er kropsliggjort. "Det er ligesom at cykle" er et mundheld om færdigheder eller adfærd, man nemt tager op efter mange års pause. Det lader overraskende nok til også at gøre sig gældende for nogle former for adfærd med relation til blødere vand såsom hårvask. Kroppen kender tilsyneladende allerede rutinen omkring brusebad i blødere vand, fordi den har en erfaring med den. Hvis denne tendens blandt deltagerne også gør sig gældende mere bredt, må man formode, at også andre forbrugere vil ændre adfærd med hensyn til shampoo og sæbeforbrug, såfremt de har en erfaring med det blødere vand andre steder fra.<sup>18</sup>

Ud over at den kropslige erfaring med blødere vand kan have en betydning for, om forbrugerne ændrer adfærd efter blødere vand, spiller det også en rolle, om de kan observere en forskel i deres hjem efter blødere vand. Ændringer i kalkaflejringer på nogle genstande lader til at være særligt vigtige i denne sammenhæng. Herunder et eksempel med en hundeejer:

*Hundens vandskål... Den bliver mindre tilkalket. Jeg skifter vand på den to gange om dagen. Men den er absolut ikke så hvid mere, som den har været. Det er nok der, at jeg har lagt mærke til det allermest. For der står konstant vand jo.*

*Mand i rækkehus*

Samtlige deltagere med hund eller kat har observeret en tydelig forskel i graden af tilkalkning i dyrets vandskål. De fremhæver, at dette var det første sted, hvor det virkeligt blev tydeligt for dem, at de havde fået blødere vand. 4 ud af 5 dyreejere havde observeret en forskel på graden af tilkalkning i vandskålen allerede efter 2-3 uger. En katteejer var skeptisk over for, om der overhovedet ville være en forskel med det blødere vand. Da han så forskellen i kattens vandskål, var det meget tydeligt for ham, at der måtte være en forskel. Katteejeren og hans kone er et eksempel på deltagere, som har ændret adfærd på flere fronter, deres forbrug af sæbe, shampoo, vaskemiddel og afkalkningsmidler. Dette skyldes delvist, at han havde læst i HOFORs informationsmateriale, at de kunne skrue ned på forbruget, men også at han blev overbevist om af vandskålen, at der måtte være en forskel på graden af tilkalkning. Derfor sagde hans sunde fornuft ham, at det også måtte være rigtigt, at han

---

<sup>18</sup> Med dette menes at de har haft kontakt med blødere vand flere gange og dermed har opbygget en kropslig erfaring – ikke bare at de har prøvet det på en enkelt rejse i deres liv.

kunne skrue ned på sit forbrug af f.eks. sæbe. Andre har bemærket, at der er markant mindre kalkpletter i deres gryder.

8 ud af 11 deltagere (4 nævner ikke smagen) påpeger, at de efter blødere vand har kunnet smage forskel på vandet, vel at mærke uden at jeg spurgte ind til ændringer i vandets smag (se bilag 6.3 for en spørgeguide).

Nogle synes vandet smager bedre, andre bare at det smager anderledes og en enkelt synes, at det smager

dårligt om morgenen.<sup>19</sup> 7 deltagere mærkede desuden en forskel på, hvordan vandet føltes på huden og på håret, når de var i bad.

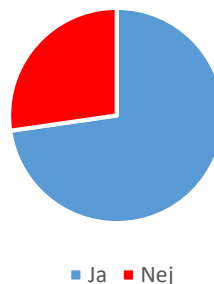
De nævnte forhold er vigtige, da de bliver en form for "hverdagsbevis" på det blødere vands effekter og giver dem en motivation i dagligdagen for også at tænke over deres adfærd i andre situationer i hjemmet, der har relation til kalk. Andre forbrugere vil ikke opleve disse hverdagsbeviser på samme måde.

Adfærdsændringer indtræffer blandt nogle forbrugere, fordi de umiddelbart oplever en daglig effekt af det blødere vand, mens det hos andre forbrugere kræver, at de bliver informeret om hvilken adfærd, der vil være mest hensigtsmæssig (som HOFOR allerede gør).

Sammenfattende viser undersøgelsen at:

- Samtlige deltagere er begyndt at bruge mindre vaskepulver og at de orienterer sig efter vaskeanvisningen på vaskepulveret – en deltager brugte for lidt vaskepulver før blødere vand, og fandt ud af, at hun faktisk havde doseret efter middelhårdt vand tidligere i stedet for efter hårdt vand.
- 11 ud af 15 deltagere vurderer, at de bruger mindre shampoo i dag. 7 ud af 15 bruger mindre sæbe.
- De fleste deltagere har ikke en fornemmelse af, hvor store mængder afkalkningsmidler de bruger, hvor hyppigt de handler dem ind, eller hvor mange penge de bruger på dem.
- To deltagere havde dog et overblik over det og kunne begge konstatere, at de bruger og køber færre afkalkningsmidler, om end at forskellen er lille. De bruger begge

**Kan interviewpersonen smage forskel på postevandet?**



<sup>19</sup> "Vandet smager bedre" 3 deltagere. "Smager bare anderledes" 2 deltagere." Følelsen i munden er bedre" 1 deltager. "Vandet smager stadig godt" (ingen ændring i kvaliteten, kun smagen) 1 deltager. "Vandet smager dårligt om morgenen" 1 deltager.

samme mængde middel, når de afkalker, men der er blevet længere mellem, at der skal kalkes af. Der er således ikke tale om en adfærdsændring med hensyn til dosering kun ift. hyppigheden (de gør begge rent).

Rambøll skriver i deres rapport:

*Selv uden effekter fra ændret forbrugeradfærd er alle projekialternativer (blødgøring til 6, 10 eller 14 °dH) fortsat [økonomisk] positive, men dog noget mindre. Det er ikke muligt at vurdere, hvor hurtigt forbrugeradfærdsændringerne indtræffer, men set over en 30-årig periode må det forventes at nogle indtræffer. Vi vil derfor formentligt ikke opleve en situation, hvor der ingen forbrugeradfærdsændringer vil være (Rambøll 2017, 70).*

Der vil altså være en økonomisk besparelse for privatforbrugerne uanset, om de ændrer adfærd eller ej. Interviews med de 15 deltagere peger dog på, at forbrugerne rent faktisk ændrer adfærd på flere af de ønskede punkter. Både pga. kommunikation fra HOFOR bl.a. ift. dosering af vaskemiddel, og fordi de er blevet opmærksomme på gennem hverdagsbeviser i hjemmet, at de vil få mest muligt ud af det blødere vand, hvis de ændrer deres adfærd. Ift. hårvask sker adfærdsændringen helt automatisk for nogle, uden at forbrugerne overhovedet behøver at tænke over det.

Sidst er det vigtigt at understrege, at der er fordele og besparelser for forbrugeren – og i sidste ende miljøet, som ikke vil indtræffe, hvis ikke HOFOR får succes med at kommunikere massivt herom. Eksempel herpå er, at samtlige deltagere med opvaskemaskine har indstillet den efter den nye hårdhedsgrad, men næsten samtlige har kun gjort det, fordi de var blevet opmærksomme på det gennem HOFORs kommunikation. Det samme gør sig gældende for dosering af vaskemiddel, om end nogle deltagere selv havde ræsonneret sig frem til, at de burde bruge mindre.

## 5. Sammenfatning

Baseret på interviews med 15 husstande og i alt 20 personer har analysen i denne rapport frembragt følgende oplevelser, observationer og forventninger blandt de interviewede:

- Miljøgevinst vigtigst for deltagerne: Samtlige deltagere mener, at den positive miljøpåvirkning af blødere vand er den største eller en af de største gevinster. Det er vigtigere for dem end en økonomisk besparelse. Alle 15 deltagende husstande giver udtryk for, at de er villige til at betale ekstra for det blødere vand pga. den positive miljøpåvirkning. Det gælder også de to deltagere, som ikke mener, at de personligt har nogen fordele ved blødere vand.
- Økonomiske besparelser: Flere deltagere påpeger, at de ikke kan observere, om de rent faktisk sparer penge på blødere vand, dels fordi de ikke holder regnskab med indkøb af sæbe, afkalkningsmidler mv., og dels fordi mange ikke betaler for deres eget vandforbrug og derfor ikke vil observere en stigning i vandprisen. Et flertal har dog registreret, at de bruger mindre shampoo, sæbe og vaskemiddel, og de slutter sig til heraf, at det må resultere i besparelser.
- Længere levetid: Deltagerne i undersøgelsen har svært ved umiddelbart at beregne, hvor mange penge længere levetid på husholdningsinstallationer og -maskiner samt varmtvandsanlæg kan omsættes til. Men de har forventninger til, at det netop er inden for disse områder, at de vil kunne realisere en økonomisk besparelse. Nogle deltagere overvejer at udskifte deres toilet, før det er defekt, for i fremtiden at kunne slippe for at se på en misfarvet toiletkumme. De fleste giver udtryk for, at de ikke vil udskifte deres vaske- eller opvaskemaskine, før maskinen er gået helt i stykker og ikke blot udskifte den, fordi der er kommet en smartere model på markedet. Det samme gør sig gældende for kaffemaskiner, men derimod ikke for elkedler, som enkelte deltagere vælger at udskifte, når de finder et godt tilbud eller en nyere model. Endvidere er der flere deltagere, der nævner, at de forventer, at der i fremtiden vil forekomme sjældnere udskiftning af tilkalkede rør og stigstreng, som vil give dem en besparelse på længere sigt.
- Tidsforbrug på afkalkning: Travle børnefamilier får mest gavn af blødere vand. Undersøgelsen peger på, at husstande, der kontinuerligt holder kalken væk ("folk der holder rent"), ikke har en oplevelse af at vinde tid på mindre afkalkning, hvorimod dem, der afkalker sjældnere og kun gør rent, når de vurderer, at der er behov for det ("folk der gør rent"), har en opfattelse af en stor gevinst ved blødere vand. Tendensen blandt de 15 husstande er, at de førstnævnte er pensionister og familier med fraflyttede børn, mens de sidstnævnte er familier med hjemmeboende børn.

Børnefamilierne har en oplevelse af at bruge mindre tid på afkalkning med blødere vand, tid de kan omsætte til vigtige sociale aktiviteter. Derudover er det formentlig blandt børnefamilierne, at folk vil opleve en besparelse i form af længere levetid på vaske- og opvaskemaskine og færre udgifter til vaskemiddel, da disse maskiner bruges dagligt og slides hurtigere end hos enlige og familier uden hjemmeboende børn.

- Effekter opleves forskelligt i familier: Effekterne af blødere vand opleves forskelligt af deltagerne. Det gælder også inden for den samme husstand, idet nogle familiemedlemmer slet ikke oplever de effekter, som andre medlemmer synes er meget væsentlige. Dette skyldes forskellighed i forhold til de materielle rammer, folks livsfaser og livsstil samt arbejdsdelingen i hjemmet. F.eks. er der markante forskelle på kvinders og mænds oplevelser af blødere vand, som knytter sig til arbejdsdelingen i hjemmet. Folks forskellige oplevelser af betydning og værdi af det blødere vand afhænger desuden af, hvad de finder interessant, væsentligt, og hvad de kan lide. Én effekt ænses ikke af den ene, mens den er meget vigtig for en anden. Med blødere vand er det f.eks. nemmere at holde hjemmet pænt og rent. Dette har især betydning for kvinder, som oplever stress ved uventede gæster, hvis badeværelset ikke tager sig ordentligt ud. Endvidere fremhæver nogle deltagere, mest mænd, at det blødere vand vil betyde, at der sjældnere vil være behov for at have håndværkere gående i hjemmet i og med at rør og toiletter og armaturer kalker mindre til.
- Fysisk velvære: Af positive effekter nævnes især mindre tør hud, blødere hår og bedre smag af vandet, som gør, at de i dag drikker mere postevand. Af negative effekter nævner enkelte deltagere, at de kan være nervøse for, om der kan være langsigtede sundhedsmæssige effekter af blødgøringsprocessen, og de ønsker at vide, om HOFOR har undersøgt dette grundigt nok forud for lanceringen.
- Adfærdsændringer: Mindre brug af sæbe og shampoo er nemmere for de forbrugere, som har tidligere erfaring med blødere vand. Adfærdsændringer i forhold til brug af vaskemiddel sker ligeledes hyppigere blandt forbrugere, der er blevet bevidst om det blødere vand fordi de tydeligt kan se, smage eller mærke det. Nogle forbrugere bliver ikke opmærksomme på blødere vand, med mindre de bliver informeret herom. Det har f.eks. betydning i forhold til forbrugeradfærd omkring indstilling af opvaskemaskiner og mindre brug af vaskemiddel.

## Referenceliste

Analyse Danmark, 2015. Undersøgelse om opfattelse og adfærd i forbindelse med kalk i vandet. Analyse Danmark undersøgelse for HOFOR.

Analyse Danmark, 2017. Kampagnemåling - 'Mindre kalk i vandet'. Borgere i Brøndby Kommune. Analyse Danmark undersøgelse for København: HOFOR.

Bonnichsen, O., Pedersen, F. S. & Ritzau S., 2006. Pilot Study for the Elicitation of Preferences for Alternative Sources of Drinking Water in Copenhagen using a Contingent Ranking Approach. Thematic Course - Applied Natural Resource & Environmental Economics, Frederiksberg: Landbohøjskolen KVL. I samarbejde med Københavns Energi (nuværende HOFOR).

COWI, 2011a. Central blødgøring af drikkevand. Udgivet af Naturstyrelsen.

COWI, 2011b. Supplering af samfundsøkonomisk vurdering af blødgøring.

COWI, 2014. Samfundsøkonomisk vurdering af blødgøring af vand til husholdninger i HOFOR'S ejerkommuner.

Danmarks Statistik, 2018a. Tabellen FOLK1A. Folketal den 1. i kvartalet efter tid og område. Tid: 1. kvartal 2018. Område: København, Dragør, Albertslund, Brøndby, Herlev, Hvidovre, Rødovre, Vallensbæk. Statistikbanken. 2018.  
<https://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1920>.

Danmarks Statistik, 2018b. Tabellen FOLK1E: Folketal den 1. i kvartalet efter område, tid og herkomst. Område: Brøndby. Tid: 1. kvartal 2018. Herkomst: Indvandrere fra ikke-vestlige lande. Efterkommere fra ikke-vestlige lande. Statistikbanken. 2018.  
<http://www.statistikbanken.dk/10010>.

Deloitte, 2015. Samfundsøkonomisk analyse af central blødgøring af vand på Forsyning Ballerups værker - konsekvenser for husholdninger.

Ehn, B. & Orvar, L., 2010. The secret world of doing nothing. Berkeley, Calif.: University of California Press.

Gullestad, M., 2006. Plausible prejudice : everyday experiences and social images of nation, culture and race. Oslo: Universitetsforlaget.

Hasler, B., Lundhede, T., Martinsen, L., Neye, S. & Schou, J. S., 2005. Værdisætning af beskyttelse og rensning af grundvand. Miljøprojekt Nr. 1030 2005. København: Danmarks Miljøundersøgelser.

Haastrup, A., 2018. Hvad motiverer adfærdsændringer? - 10 faktorer og deres betydning for privatkundernes varme- og vandadfærd i hjemmet. HOFOR.

Rambøll, 2017. Blødt vand i en cirkulær økonomi. Udgivet af Miljøstyrelsen.



Sjørnslev, I., 2006. House vocation : the social and the material in Danish single family houses : base on a presentation at the ENHR conference Ljubljana 2006. S.l.: s.n.

Tjørring, L., 2016. We Forgot Half of the Population! The Significance of Gender in Danish Energy Renovation Projects. *Energy Research & Social Science* 22 (december): 115–24. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.08.008>.

Vacher, M., 2008a. Et hjem er noget man gør. Interview med Mark Vacher. *Center for Boligforskning*, 2008a. <http://boligforskning.dk/et-hjem>.

Vacher, M., 2008b. Hjemmet – kulmination af en tilegnende praksis. Bolig og velfærd: Udvalgte artikler og papers fra Center for Bolig og Velfærd 2005-2007. København: Center for Bolig og Velfærd.

Aalund & COWI, 2007. Resultater af kundeundersøgelse 26. juni 2007, Version 2 Københavns Energi, Vand & Afløb.

Aalykke, S., 2013. Slutevaluering af toiletter med skylle- og tørrefunktion i forbindelse med Spareforslag 15 MSO, Aarhus Kommune. Aarhus Kommune: Velfærdsteknologisk Enhed, Magistraten for Sundhed og Omsorg, Aarhus Kommune.

# Notat over metodebeskrivelse for antropologundersøgelse blandt private og erhverv i Brøndby samt eksempler på spørgeguides

**Asmus Gemmer Haastrup, Antropolog**

**Bilag 6. 3 til DTU Rapport**

**Før- og eftermålinger af effekter af blødgøring i Brøndby  
Januar 2019**

## **Antropologisk tilgang**

Denne antropologundersøgelse er kvalitativ med et holistisk syn på blødere vand og dets effekter. Med dette menes, at der gennem dybdegående interviews og observationer rettes fokus mod de utallige og meget specifikke måder, hvorpå der afkalkes, hvad der afkalkes, og hvordan de materielle rammer, husholdningsapparater og installationer i virksomheder og private forbruges hjem har betydning for praksis omkring hårdt vand. Desuden indgår folks oplevelser og forståelser af blødere vand, deres forventninger og værdisætning af det blødere vand i relation til specifikke genstande og aktiviteter, samt hvilke eksisterende forståelsesrammer, rationaler og fortællinger om alt fra økonomi, tid, arbejde og miljø det blødere vand føder ind i.

En kvalitativ dybdegående tilgang kan desuden modsat en statistisk også indfange uforudsete og ofte også ikke-kvantificerbare faktorer, som har såvel social og kulturel som økonomisk betydning for forbrugerne.

I analysen er anvendt antropologisk litteratur, relevant statistisk datamateriale samt andre evidensbaserede undersøgelser.

## **Valg af metode og deltagere blandt private og erhverv**

Der blev gennemført 6 dybdegående interviews blandt erhverv og 15 blandt private hushold med i alt 20 deltagere. Interviewene blev gennemført i perioden marts til maj 2018 med henholdsvis de driftsansvarlige hos de deltagende erhvervspartnere og med privatpersoner fra 15 af de 30 deltagende hushold i deres private hjem. Interviewene blev gennemført ved hjælp af spørgeguides og fulgt op med observationer i virksomheden eller i hjemmet. Fordelen ved at anvende spørgeguides frem for spørgeskemaer er, at man kan lade den interviewede styre interviewet relativt frit, at man umiddelbart kan følge op på den interviewedes udsagn og samtidig kan sikre, at man kommer rundt om alle emner. Interviewede varede for erhverv mellem 45 – 60 minutter og for de private hushold mellem 40 – 90 minutter. Under og efter interviewene blev der taget noter og ført logbog med observationer. For interviewguides til erhverv og private, se bilag 6.3.1 og 6.3.2 sidst i dette notat.

Foruden de dybdegående interviews på stedet blev der gennemført telefoninterviews med i alt 22 driftsansvarlige blandt 10 virksomheder med vand i produktionen, 11 boligafdelinger, der repræsenterer 70 % af almene boliger i Brøndby samt 1 ældrecenter. Telefoninterviews blev gennemført af Dorthe von Bülow, projektleder og antropolog Ph.D., Miljø & Samarbejder, HOFOR, efter en forkortet version af spørgeguide til erhverv. Interviewsene

varede mellem 15 – 25 min. mens der blev taget noter. Straks efter hvert telefoninterview blev interviewet renskrevet og samlet i et notat. Et uddrag heraf med de væsentligste informationer indgår i rapporten over antropologundersøgelsen blandt erhverv, se bilag 6.1. Alle telefoninterviews er anonymiserede og nummereret fra nemmer 2.1. til 2.11.

I det følgende vises to tabeller over anvendt metode og antal deltagere blandt erhverv og private forbrugere i de to antropologundersøgelser. Tabel 1 er en oversigt over, hvor mange driftsansvarlige i virksomheder, boligafdelinger og ældrecentre samt private borgere, der er har deltaget i antropologundersøgelsen gennem enten dybdegående interviews eller telefoninterviews. Et kort resumé af samtlige interviews fremgår af Antropologundersøgelsens hovedrapporter for henholdsvis erhverv og private, bilag 6.1 og 6.2.

I Tabel 2 oplistes de deltagende boligafdelinger med antal boliger og angivelse af, hvor mange borgere der indirekte er omfattet i undersøgelsen gennem interviews med de driftsansvarlige. Dette sammenholdes med samlet antal borgere i almene boliger og den samlede befolkning i Brøndby.

**Tabel 1. Anvendt metode og antal deltagere blandt erhverv og private forbrugere**

Metode	Erhverv	Private forbrugere
Dybdegående interviews og deltagerobservation	6 dybdegående interviews i virksomheder (45-60 minutter per interview). <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 virksomheder</li> <li>- 2 boligafdelinger</li> <li>- 2 ældrecentre</li> </ul>	15 interviews med de private (40 – 90 minutter per interview). <ul style="list-style-type: none"> <li>- 15 husstande</li> <li>- 20 deltagere i alt</li> </ul>
Telefoninterviews	22 telefoninterviews (15-25 minutter per interview). <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 virksomheder</li> <li>- 1 ældrecenter</li> <li>- 11 almene boligafdelinger</li> </ul>	

**Tabel 2. Interviewede boligafdelinger med antal boliger samt angivelse af hvor stor en andel de interviewede boligafdelinger udgør af samlede almene boliger i Brøndby. borgere omfattet i forhold til Brøndbys befolkning som helhed**

<b>Boligafdeling</b>	<b>Antal boliger i interviewede boligafdeling</b>
Gurrelund	136
Albjergparken - Rheumparken	500
2.1 Telefoninterview	470
2.2 Telefoninterview	376
2.3 Telefoninterview	560
2.4 Telefoninterview	300
2.5 Telefoninterview	1050
2.6 Telefoninterview	537
2.7 Telefoninterview	500
2.8 Telefoninterview	375
2.9 Telefoninterview	1000
2.10 Telefoninterview	329
2.11 Telefoninterview	931
<b>I alt antal boliger i interviewede boligafdelinger</b>	<b><u>7064</u></b>

De driftsansvarlige i de interviewede boligafdelinger repræsenterer 7064 almene boliger i Brøndby ud af i alt ca. 10.000 almene boliger. Det betyder, at interviewene dækker omtrent 70 % af alle almene boliger i Brøndby.

### Projektdeltagere og deltagere i telefoninterviews blandt erhverv – hvad skiller dem?

5 af de 6 dybdegående interviews er foretaget med driftsansvarlige hos de erhverv, som indgår i Før- og Eftermålingsprojektet og hvor DTU i forvejen har foretaget målinger af kalk i perlatorer, toiletter, energiforbrug til varmtvandsbeholdere, saltforbrug til blødgøringsanlæg osv. Det er derfor relevant at spørge, hvor repræsentative deres oplevelser og erfaringer er i forhold til det brede erhvervsliv i Brøndby Kommune, når de 5 givet har haft et særligt fokus på det blødere vand, fordi de deltager i DTU undersøgelsen?

Af denne grund valgte projektet, at der også skulle udføres kortere telefoninterviews blandt erhvervsvirksomheder, der bruger vand i produktionen, og blandt andre boligafdelinger og plejecentre i Brøndby i et sådant omfang, at vi med stor sikkerhed kan sige, hvorvidt de oplevelser, de 5 erhverv fremhæver, også opleves af andre i Brøndby. Og det kan konkluderes, at der ikke er noget, der peger på, at de 5 erhverv har en væsentlig anderledes oplevelse af det blødere vand end de øvrige. De forskelle der findes er små og er at forvente givet de forskelle i fysiske rammer, hvorunder der opereres, herunder om der er tale om

storproduktion og forskellige typer af produktion, forskelle i installationer, boligformer samt hvor mange medarbejdere, beboere eller brugere, der er tale om.

Fælles for projektdeltagere og deltagere i telefoninterviews er, at samtlige erhverv på nær ét har fået indstillet deres blødgøringsanlæg til produktion og vaskeri inklusiv vaskeriets automatiske sæbedoseringsanlæg til den nye hårdhedsgrad. Det var ikke sikkert, at dette ville gøre sig gældende i lige så høj grad for erhverv, der ikke deltog i undersøgelsen, men telefoninterviews illustrerer, at der umiddelbart har været et lige så stort fokus på omstillingen til det blødere vand ude blandt de øvrige erhverv, formentligt bl.a. som følge af HOFORs kommunikation i forbindelse med kampagnen "Mindre kalk i vandet", efterår 2017.

Med dette in mente er der imidlertid én forskel på projektdeltagerne på den ene side og deltagere i telefoninterviews. Projektdeltagerne har klart været mere opmærksomme på at se efter en effekt af det blødere vand. Når de spørges åbent til, hvor de har oplevet forandringer efter det blødere vand, kan samtlige med det samme nævne mindst et sted, hvor de har observeret en forandring. Når det kommer til telefoninterviewsene er deltageres første reaktion oftest at sige, at de ikke har mærket nogen forskel, hvorefter de tænker efter, og herefter, når de bliver spurgt ind til specifikke områder, oplister forskellige steder, hvor de har observeret en effekt. Det peger på, at mange af deltagerne i telefoninterviews ikke har tænkt over det blødere vand i deres daglige arbejdsliv, det er ikke noget de umiddelbart har registreret, hvorimod det for projektdeltagerne har været et mere præsent emne.

### **Valg af interviewpersoner blandt private forbrugere**

I alt 30 private husstande deltog i *Før- og Eftermålingsprojektet*. Denne undersøgelse baseres på interviews med 15 af de 30 husstande. De 15 husstande er udvalgt, så de i videst muligt omfang afspejler forskellige husstandskategorier, boligtyper, alder og køn. Der er tale om faktorer, som vurderes at spille ind i forhold til folks hverdagspraksis og specifikt i forhold til deres oplevelser med det blødere vand. Med så få deltagere er der snarere tale om cases, dvs. eksempler på forskellige husstande, fremfor et statistisk repræsentativt udsnit af befolkningen. Der er planlagt en kvantitativ spørgeskemaundersøgelse af folks handlinger og holdninger til blødere vand blandt en population på 500 i Brøndby til efteråret 2018. Det anbefales at teste nogle af denne undersøgelses resultater i denne sammenhæng. Af tabel 3 fremgår de parametre, der er indgået i udvælgelsen af de 15 private husstande.

**Tabel 3. Fordelingen af de 15 private husstande i forhold til parametre anvendt til udvælgelse**

Parametre	Antal deltagere	
Køn	Mænd 15	Kvinder 12
Hustandsstørrelse med og uden børn (under 18 år)	1 person: 2 2 personer: 11 (herunder 1 husstand med 1 barn) 3 personer: 1 (med 1 barn) 4 personer: 1 (med 2 børn)	
Aldersfordeling	> 66: 16 < 66: 11	
På arbejdsmarkedet	Ja: 15 Nej: 12 <sup>1</sup>	
Boligtype	Parcelhus/ rækkehus (ejer): 7 Rækkehus (almen): 4 Lejlighed (almen): 4	

Det har været væsentligt for antropologundersøgelsen, at der blandt de 15 husstande var stort set lige mange mænd og kvinder. Dette for at kunne belyse, i hvor stor grad mænd og kvinder oplever det blødere vand på samme måde eller, om der er forskelle, som f.eks. bunden i arbejdsdelingen mellem kønnene i hjemmet.

Med hensyn til husstandens sammensætning er der en overvægt af hushold bestående af 2 personer. Det afspejler, at den gennemsnitlige hustandsstørrelse i Brøndby er på 2,14 personer. Derimod er der i vores sample tale om en undervægt af enlige og af familier med børn, hvis man sammenligner med befolkningen i Brøndby som helhed. Men ud af gruppen af projektdeltagere, som alle har meldt sig frivilligt til Før- og Eftermålingsprojektet, har det ikke været muligt at opveje dette.

Med hensyn til boligform har jeg tilstræbt at få en så lige fordeling mellem de to boligformer - ejer eller lejer - som muligt, da det spiller en væsentlig rolle i forhold til folks oplevelser med kalk i det daglige, om de bor til leje, hvor ejendomsadministrationen tager sig af driften af ejendommen, eller om man er ejer af egen bolig. Ligeledes er der en nogenlunde lige fordeling i samplet af folk på og uden for arbejdsmarkedet.

Det er værd at nævne, at der i samplet så vel som blandt de 30 deltagere i Før- og Eftermålingsprojektet ikke er nogen repræsentanter for indvandrere fra ikke-vestlige lande, ej heller deres efterkommere. Det er en gruppe som tilsammen udgør 27,8 % af befolkningen i Brøndby<sup>1</sup>. Det er muligt, at der findes nogle helt andre oplevelser med blødere vand blandt disse grupperinger end blandt personer med dansk oprindelse i Brøndby, som

<sup>1</sup> Der er tale om folkepensionister, efterlønnere og førtidspensionister.

således ikke afdækkes i denne undersøgelse. Det bør overvejes, om det vil være frugtbart at lave en antropologisk efterundersøgelse blandt netop denne befolkningsgruppe, da de udgør 15,8 % af den samlede befolkning i HOFORs vandforsyningsområder.<sup>ii</sup>

### **Interviewpersonernes 'forhåndsviden' om blødere vand**

Da samplet til antropologundersøgelsen er valgt blandt deltagerne i Før- og Eftermålingsprojektet er det relevant at spørge, hvad det betyder for resultaterne, at de er blevet interviewet tidligere og har udfyldt en række skemaer vedrørende kalk både før og efter blødere vand.

Ud af de 15 husstande i antropologundersøgelsen er det imidlertid kun 6 personer (40%), der ved hvad hårdheden på vandet er nu efter indførslen af blødere vand. Det er overraskende, at antallet ikke er højere, selvom det er højere end i den kampagnemåling, Analyse Danmark gennemførte umiddelbart efter lanceringen af blødere vand i oktober 2017. Her vidste 14 % ud af en population på 500 hvad vandets hårdhed er i dag.

Direkte adspurgt mente interviewpersonerne i undersøgelsen heller ikke, at de vidste mere om blødere vand end deres naboer. Oplevelser med blødere vand hænger med andre ord ikke direkte sammen med en viden om vandets hårdhed. En stor del af effekterne ved blødere vand kommer så at sige af sig selv og opleves rent praktisk i dagligdagen.

Sammenlignet med andre privatforbrugere i Brøndby er der imidlertid ingen tvivl om, at interviewpersonerne har en vis grad af 'forhåndsviden' og erfaring med blødere vand. Deres deltagelse i projektet gør, at de har reflekteret mere over deres oplevelser med det blødere vand end andre private forbrugere. Det medfører den fordel, at vi gennem de dybdegående interviews får langt flere nuancer frem end det ville være muligt med en mere kvantitativ undersøgelse.



## Referenceliste

Analyse Danmark, 2017 Kampagnemåling – ”Mindre kalk i vandet”, Borgere i Brøndby Kommune, november 2017.

Bülow, D. v., 2018. Internt notat: Driftsansvarliges erfaringer med blødere vand i Brøndby. Sammenfatning af interviews med driftsansvarlige i udvalgte erhvervsvirksomheder samt boligafdelinger og plejecentre i Brøndby, Miljø & Samarbejder, HOFOR maj 2018.

Danmarks Statistik, 2018a. Tabellen BOL102. Boliger efter beboertype, område, tid og anvendelse. Efter kategorier: Beboede boliger; Brøndby; Parcelhuse, rækkehuse og etageboliger; 2018. Statistikbanken. 2018.  
<https://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1920>.

Danmarks Statistik, 2018b. Tabellen FOLK1A. Folketal den 1. i kvartalet efter område, tid og køn. Kategoriseret efter: Alder 18+-60 år, 60-125 år, 2018K1. Statistikbanken. 2018.  
<https://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1920>.

Danmarks Statistik, 2018c. Tabellen RAS209. Befolkningen (ultimo november) efter område, tid og socioøkonomisk status. Efter kategorier: Arbejdsløse, Ressourceforløb, Jobafklaringsforløb, Før tidspension, Efterløn, Folkepension, Anden pension, Personer under uddannelse, Øvrige uden for Arbejdsstyrken. Statistikbanken. 2018.  
<https://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1920>.

Danmarks Statistik, 2018. Tabellen FOLK1A. Folketal den 1. i kvartalet efter område, tid og køn. Kategoriseret efter: Mænd/Kvinder, 2018K1. Statistikbanken. 2018.  
<https://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1920>.

---

<sup>i</sup> (Danmarks Statistik 2018b)

<sup>ii</sup> (Danmarks Statistik 2018a)

---

## Eksempel på spørgeguide til Erhverv

### Erhverv spørgeguide

**Introduktion** (til projektet, interview, anonymisering og kort om interviewer og interviewperson):

Din ejendom deltager som bekendt i HOFORs og DTUs projekt med målinger før og efter at der blev indført blødere vand i Brøndby sidste år i september. Ud over målingerne vil vi gerne trække på jeres erfaringer og oplevelser med blødgjort vand. Vi er meget interesseret i det, da det vil give os et indblik i positive såvel som negative oplevelser med blødgjort vand for jeres ejendom og beboerne.

Jeg vil derfor gerne høre om dine og evt. dine kollegers erfaringer og oplevelser. Vi laver også interviews med husstande og familier i Brøndby samt i andre boligafdelinger, en række virksomheder og institutioner for at få et så bredt billede som muligt. Det er første gang, at nogen spørger forbrugerne til deres oplevelser med blødgjort vand i boligafdelinger og erhvervslivet i Danmark. Derfor er jeres input virkelig vigtigt for os og vi vil bl.a. bruge jeres viden og erfaringer, når vi udbreder blødgøring af vand til de øvrige forbrugere/kommuner i vores forsyningsområde.

### Om boligafdelingen og interviewpersonen

1. Hvad er din titel og arbejdsopgaver i store træk?
2. Hvor mange driftsmedarbejdere er ansat i boligafdelingen?
3. Hvem varetager service på jeres installationer og vaskeri?

### Information fra HOFOR

1. Har jeres ejendom modtaget brev eller mail med en folder om blødgøring fra HOFOR.
  - a. Hvis ja, har du læst folderen?
  - b. Hvis nej, ved du hvem der ellers kan have modtaget brevet?
  - c. Var informationen i folderen tilstrækkeligt til dit og boligafdelingens behov?
  - d. Har du talt med dine kolleger i de andre boligafdelinger omkring blødere vand?
  - e. Har du videreformidlet nogle af budskaberne i folderen til jeres beboere?

**Hvor bruges der vand i jeres ejendom?** (Installationer, varmtvandsbeholder, vaskeri, fællesrum, trappevask, andet brugsvand, andet):

1. Har du/l oplevet eller registreret, om der er sket nogen forandring efter vandet er blevet blødere/ For hvilke af disse er der sket en forandring efter vandet er blevet blødere/blødgjort? Hvilken ændring:
  - i. Fælles vaskeri (blødgøringsanlæg, automatisk sæbedosering, vaskemidler, rengøring og afkalkning af maskiner)

- 
- ii. Ejendommens varmtvandsanlæg (blødgøringsanlæg, service, vandets temperatur)
  - iii. Har HOFORs blødgøring af vandet haft betydning for jeres egen blødgøring?  
Har I gjort noget for at tilpasse ejendommens installationer til, at vandet er blevet blødgjort? (*Indstilling af maskiner, mængder af vaskemiddel*).
  - iv. Toilet og bad til personale (rengøring, tilkalkning, løbende toiletter)
  - v. Køkken til personale (armaturer, opvaskemaskine, kaffemaskine, elkedel)
  - vi. Fællesrum i ejendommen (rengøring, opvaskemaskiner, service, toiletter, armaturer, kaffemaskine, elkedel)
  - vii. Trappeopgange (rengøring, rengøringselskab)
  - viii. Andet

b. Forandring:

- i. Hvornår og hvordan bemærkede I en ændring? (*Uddyb*)
- ii. Har det haft betydning for jeres arbejde? (*Tidsforbrug, henvendelser fra beboerne (tilfredshed, klager, ulemper, etc.)*)
- iii. Har du talt med jeres boligselskabs fælles driftskontor eller beboerbestyrelse på stedet her om det blødere vand?
- iv. Har det haft betydning for beboerne på stedet her?

2. Vand der bruges i beboernes lejligheder og værelser vand? (*baderum, toilet, køkken, rengøring*):

a. Har du bemærket om der er sket en forandring efter vandet er blevet blødgjort?

- i. Toiletter (udskiftning af toiletter pga. af kalk, løbende toiletter, vandforbrug)
- ii. Armaturer i køkken og bad (afkalkning, udskiftning)
- iii. Badeværelser og brusenicher (afkalkning, rengøring ved fraflytning)
- iv. Andet

b. Forandring:

- i. Hvordan opdagede I en ændring? (*Uddyb*)
- ii. Har det haft betydning for jeres arbejde? (*Tidsforbrug, henvendelser fra beboerne (tilfredshed, klager), ulemper etc.*)
- iii. Ved du om det har haft nogen betydning for beboerne af stedet her?
- iv. Har du talt med jeres boligselskabs fælles driftskontor eller ejendommens beboerbestyrelse om det blødere vand?
- v. Har I gjort noget for at tilpasse jer til, at vandet er blevet blødgjort? (*information til beboerne, afkalkning, tjek af løbende toiletter, I*).
  - 1. Har beboerne spurgt til noget?

3. Vandets hårdhed:

- a. Hvad ville uregelmæssige udsving i vandets hårdhed betyde for jer?
- b. Måler I selv vandets hårdhed, og i så fald hvor og hvordan?

---

### Økonomi:

1. Har du allerede nu kunne se nogle besparelser på driften som resultat af blødere vand? Hvor?
2. Forventer du/Hvor forventer I at se besparelser, efter vandet er blevet blødgjort?  
(*levetid, rengøring, udskiftning af armaturer, toiletter, salt til opvaskemaskiner, sæbeforbrug/ service af vaskeri, varmtvandsanlæg mm*)
3. Har du allerede nu kunne se øgede udgifter på driften som resultat af blødere vand?
4. Vurderer du/I at blødere/blødgjort vand forholdsmæssigt mest er en økonomisk fordel eller en bagdel/ulempe for jeres boligafdeling/institution?
  - a. Hvilke faktorer er væsentlige i den vurdering?

### Smag og fornemmelse af vandet:

1. Har I oplevet en ændring i smagen på vandet, efter det er blevet blødgjort?
  - a. Har du fået nogle kommentarer fra beboerne over ændringer i vandets smag?
2. Har I oplevet en ændring i hvordan vandet føles, efter det er blevet blødgjort?
  - i. Vaske hænder, bad, hårvask?
  - b. Har beboerne og brugerne givet udtryk for, at de oplever en forskel på hvordan vandet føles, efter det er blevet blødgjort?
    - i. Vaske hænder, bad, hårvask?

### Rengøring:

1. Hvem varetager rengøringsopgaver her på stedet?
  - a. Hvis servicepartner – Ved rengøringspersonalet at vandet er blevet blødere?
    - i. Har det betydning for deres arbejde og brug af rengøringsmidler og afkalkningsmidler?
2. Hvor har blødgjort vand haft en betydning for rengøring her på stedet? (*Evt. grand-tour interview*).
  - a. Bruger I flere, mindre eller det samme i rengøringsmiddel?
  - b. Bruger I færre eller mindre skrappe afkalkningsmidler efter ejendommen har fået blødere vand? Hvor henne?
  - c. Hvor afkalker I mindre hyppigt?
    - i. Hvordan afkalker I?
  - d. Synes I at I bruger mindre tid på rengøring og afkalkning efter vandet er blevet blødgjort?
  - e. Hvor især?

### Miljø:

1. Mener du, at det har en betydning for miljøet, at vandet er blevet blødere?
  - a. Kan du give eksempler?
  - b. Har det en betydning for boligafdelingen/institutionen?
2. Har stedet her en politik for boligafdelingens miljøpåvirkning?

- 
- a. Forventer I at kunne bruge blødt vand som en aktiv del i at promovere boligafdelingens grønne profil? (Spildevand, kemikalier, sæbe (fosfor))

**Afsluttende bemærkninger og erfaringer vi skal tage med videre:**

1. Hvor ser I den største gevinst for jer ved at HOFOR blødgør vandet?
  - a. Hvad mener du/ I vægter højest for jeres boligselskab, afdeling, institution: økonomi, miljø eller andre gevinster? Hvorfor, forklar.
2. Hvor ser du/I den største gevinst for samfundet ved at HOFOR blødgør vandet?
3. Er der nogle ting ved overgangen til blødgjort vand, som har haft særlig betydning for jer?
4. Er der nogle gevinster eller ulemper ved blødgjort vand, som I mener, at vi ikke har berørt?
5. Er der noget ved blødgjort vand, som har overrasket jer?
6. Bor du selv i Brøndby?
  - a. Hvis ja, hvordan har du mærket det hjemme, hvordan?
  - b. Hvis nej, hvor ser og mærker du især forskel på vandet mellem hjemmet og arbejdet?

## Eksempel på spørgeguide til private

### Privat spørgeguide

**Introduktion** *(til projektet, interview, anonymisering og kort om interviewer):*

Du/I deltager som bekendt i HOFORs og DTUs projekt med målinger før og efter at der blev indført blødere vand i Brøndby sidste år i september. Ud over målingerne vil vi gerne trække på jeres erfaringer og oplevelser med blødgjort vand. Vi er meget interesseret i det, da det vil give os et indblik i forbrugernes forventninger til blødere vand samt positive såvel som negative oplevelser med blødgjort vand.

Vi laver også interviews med andre husstande og familier i Brøndby samt i andre boligafdelinger for at få et så bredt billede som muligt. Det er første gang, at nogen spørger forbrugerne til deres oplevelser med blødgjort vand i Danmark. Derfor er jeres input virkelig vigtigt for os og vi vil bl.a. bruge jeres viden og erfaringer, når vi udbreder blødgøring af vand til de øvrige forbrugere/kommuner i vores forsyningsområde.

---

### Om interviewpersonerne

1. Hvor længe har du/I boet her i Brøndby?
  - a. Hvor boede du/I før (evt. område med blødere vand)?
2. Har du hjemmeboende børn?
  - a. Hvor gamle er han/hun/de?

### Om interviewpersonens bevæggrunde for at deltage i målingerne, forberedelse og viden

1. Har du modtaget et brev med denne folder i september 2017, da HOFOR begyndte at levere blødere vand?
2. Hvad fik dig/jer til at melde dig/jer til at deltage i denne undersøgelse om blødere vand?
3. Gjorde du/I noget for at forberede dig/jer til at deltage i undersøgelsen?
  - a. Søgte informationer og viden om blødere vand?
  - b. Afkalkede områder eller apparater i hjemmet før HOFOR begyndte på blødgøring?
  - c. Fik afkalket varmeveksler, varmtvandsbeholder eller andre varmeinstallationer?
  - d. Andet?
4. Efter der er kommet blødere vand, hvilke ting har du så gjort for at tilpasse dig til den nye hårdhedsgrad?
  - a. Indstille vaskemaskine og opvaskemaskine til den nye hårdhedsgrad?
  - b. Bruge mindre vaskemiddel og skyllemiddel?
  - c. Andet?
5. Vil du selv vurdere, at du ved mere om blødere vand end størstedelen af andre borgere i Brøndby?
  - a. Kan du komme med et eksempel på en situation, hvor du blev opmærksom på, at du havde en større viden end en anden borger fra Brøndby?
6. Ved du, hvad hårdhedsgraden ligger på i Brøndby nu?

### Det indledende åbne spørgsmål og identificering af brug af vand (gerne med guidet tour i hjemmet og fotografering)

1. Hvis jeg spørger helt åbent: Hvor har du så især kunnet mærke eller se en forskel efter vandet er blevet blødere?
2. Hvilke forventninger havde du til at få blødere vand?
  - a. Er dine forventninger blevet indfriet, hvordan eller hvordan ikke?
3. Hvor i dit/jeres hjem bruges der vand? (*Guidet tour i hjemmet, rum for rum og apparat for apparat hvis muligt*)
  - a. Har du/I oplevet eller registreret, om der er sket nogen forandring efter vandet er blevet blødere?
    - i. VASKEMASKINE OG OPVASKEMASKINE
      1. Hvad kiggede I efter, da I skulle vælge en X?

- 
2. Hvorfor faldt valget på den, I har i dag?
    - a. Hvem traf den endelige beslutning om købet?
  3. Kiggede I på den anslåede levetid på den, da I valgte den?
  4. Hvorfor valgte I at anskaffe jer en X?
  5. En af tingene analyserne peger på, er at levetiden på husholdningsapparater vil forlænges med blødere vand.
    - a. Hvilke ting kunne få dig til at udskifte X før den er gået i stykker, hvis levetiden bliver længere?
      - i. Generelt slid?
      - ii. Mode?
      - iii. Fraflytning?
      - iv. Andet?
  6. Har du/I indstillet opvaskemaskine efter den nye hårdhedsgrad?
    - a. Hvem gjorde det?
  7. Hvem står for afkalkning og rengøring af vaskemaskinen?
    - a. Hvor ofte afkalker I den nu, eller hvor ofte forventer du, at I kommer til at afkalke den?
    - b. Har I kunnet se en forskel på mængden af afkalkningsmiddel, der er nødvendigt for at afkalke den?
  8. Hvem her vasker primært tøj?
    - a. Hvor mange gange vasker I tøj om ugen?
    - b. Bruger du mindre vaskemiddel efter blødere vand?
      - i. Hvis nej, hvad skyldes det, at du ikke har ændret mængden?
      - ii. Har du forsøgt at bruge mindre, men har gået tilbage til den mængde du brugte før?
    - c. Brugte du skyllemiddel eller eddike/ Minus kalk før blødere vand, og gør du det stadig?
    - d. Før blødere vand, gjorde I så noget for at gøre håndklæderne blødere. Hvad? (Tørretumbling, skyllemiddel, eddike/Minus kalk).
      - i. Synes I at jeres håndklæder føles blødere efter blødere vand?
        1. Hvis ja, er I samtidig stoppet med at tørre tumble eller bruge skyllemiddel/eddike/Minus kalk?
        2. Hvis nej, tror I at I kunne finde på at investere i nye håndklæder for at få dem blødere igen?
          - a. Forventer I at nye håndklæder vil blive hårde lige så hurtigt, som dem I har nu blev det?
    - e. Hvordan med dit/jeres tøj, føles det blødere efter blødt vand?
      - i. Gjorde I noget før blødere vand for at få tøjet blødt? (Tørretumbling, skyllemiddel, eddike/minus kalk).
        1. Hvis ja, er det stadig nødvendigt?
    - f. Har du efter blødere vand begyndt at dosere mindre? Vil du vise mig, hvordan du doserer?
    - g. (Hvis børn i hjemmet): Vurderer I, at I bruger mere tid på tøjvask, efter I fik børn?

- 
- i. Hvor mange gange sættes den over om ugen i dag, modsat før I fik børn?
    - h. (Hvis fraflyttede børn): Vurderer I, at I bruger mindre tid på tøjvask, efter jeres børn flyttede hjemmefra
      - i. Hvor mange vasker I om ugen i dag, modsat da børnene boede hjemme?
      - ii. For hvilke alderstrin var arbejdsbyrden størst ift. tøjvask?
  - ii. Opvaskemaskinen:
    - 1. Hvem her fylder og tømmer primært opvaskemaskinen?
    - 2. Hvem står for afkalkning og rengøring af opvaskemaskinen?
      - a. Hvor ofte afkalke I den nu, eller hvor ofte forventer du, at I kommer til at afkalke den?
      - b. Har I kunnet se en forskel på mængden af afkalkningsmiddel, der er nødvendigt for at afkalke den?
    - 3. Har I mærket nogen forskel på service og glas efter blødere vand?
    - 4. (Hvis børn i hjemmet): Vurderer I at I bruger mere tid på opvask efter I fik børn?
      - a. Hvor mange gange sættes den over om ugen i dag, modsat før I fik børn?
    - 5. (Hvis fraflyttede børn): Vurderer I at I bruger mindre tid på opvask efter jeres børn flyttede hjemmefra?
      - a. Hvor mange gange sættes den over om ugen i dag, modsat da børnene boede hjemme?
  - iii. Ift. installationer (mest/kun relevant for huse):
    - 1. Har du/I set, eller forventer du/I at se en besparelse på varmeanlægget som følge af blødere vand?
      - a. Hvor tror du/I besparelsen kommer til at være?
        - i. Bedre varmeudnyttelse som følge af mindre kalk?
        - ii. Mindre service på installationen?
        - iii. Forlænget levetid?
        - iv. Andet?
    - 2. Ift. varmtvandsbeholderen. Har du/I set, eller forventer du/I at se en besparelse her?
      - a. Hvornår har I sidst fået afkalket den?
      - b. Hvornår har I sidst udskiftet den?
      - c. Hvor tror du/I besparelsen kommer til at være?
        - i. Bedre varmeudnyttelse som følge af mindre kalk?
        - ii. Mindre service ift. afkalkning af beholderen?
        - iii. Forlænget levetid?
        - iv. Andet?
  - iv. Ift. rengøring og afkalkning:



- 
1. Hvad herinde skal afkalkes? (*overflader, vandhaner, perlatorer, armaturer, toiletter, brusehoveder, elkedel, kaffemaskine, andet*)
    - a. Hvem afkalker det?
    - b. Hvor ofte afkalkede I det før?
    - c. Hvor ofte afkalker I det nu, eller hvor ofte forventer du, at I kommer til at afkalke det?
    - d. Har I allerede nu kunnet mærke en forskel på, hvor lang tid det tager at afkalke det?
    - e. Har I kunnet se en forskel på mængden af afkalkningmidler/rengøringsmidler, der er nødvendigt for at afkalke her?
  2. Har I nogensinde selv afkalket blandingsbatteriet?
    - a. Hvis ja, forventer I, at det skal gøres mindre hyppigt?
      - i. Forventer I, at det ikke længere er nødvendigt at afkalke, eller at det ikke vil arbejdstiden værd?
    - b. Hvis nej, forventer I at batteriets levetid forlænges?
  3. Har I haft problemer med løbende toilet?
    - a. Har I nogensinde selv afkalket toilettet eller fået viceværten/varmemesteren/VVSer til at gøre det?
      - i. Hvis ja, forventer I, at det skal gøres mindre hyppigt?
      - ii. Forventer I, at det ikke længere er nødvendigt at afkalke, eller at det ikke vil være arbejdstiden værd?
  4. Hvad herinde rengøres jævnligt? (*overflader, vandhaner, perlatorer, armaturer, toiletter, brusehoveder, elkedel, kaffemaskine, andet*)
    - a. Hvem rengør det?
    - b. Når du siger jævnligt ift. det her (genstand, overflade), hvad er så jævnligt for dig?
  5. Synes du, der rengør rummet her, at det er blevet nemmere at holde rummet rent efter der er kommet blødere vand?
    - a. (Det er ikke for at skabe splid i paradis, men...) Synes du, der ikke gør så meget rent her i rummet, at rummet virker mere rent efter blødere vand?
    - b. Synes I, at I bruger mindre tid på det?
      - i. Hvis ja, tror I mest at det er en fornemmelse I har, eller har I helt konkret holdt øje med tiden, I bruger på rengøring?
      - ii. Hvis ja, hvilke ting som er vigtige for jer, har I kunnet bruge jeres tid på i stedet?
      - iii. Fornemmer/tror du, at I sparer nok tid på mindre afkalkning og rengøring til at kunne gøre de andre ting som vigtige for jer?

### **Følelse og oplevelse af det blødere vand**

1. Har du observeret, at der er mindre kalk i vandet, helt konkret ved at du ikke kan se så mange hvide kalkflager flyde rundt i det?
  - a. Hvis ja, hvad tror du at det skyldes? Tror du udelukkende, at det skyldes at HOFOR blødgør vandet?

- 
- b. Hvis nej, havde du forventet at kunne se en forskel? Hvad tror du, at det skyldes at der (stadig) flyder kalk rundt i vandet?
  2. Har du observeret, at vandet har ændret farve?
  3. Har du mærket en forskel efter vandet er blevet blødere, når du er i bad?
    - a. Bruger du i dag mindre sæbe, shampoo eller balsam, når du er i bad, end du gjorde, da vandet var hårdt?
    - b. Har blødere vand givet dig anledning til at skifte til et andet produkt?
  4. Har du mærket en forskel efter vandet er blevet blødere, når du vasker hænder?
    - a. Bruger du i dag mindre sæbe, når du vasker hænder, end du gjorde, da vandet var hårdt?
  5. Hvis du bruger hudcreme, har du så en fornemmelse af, om du bruger samme mængde som før blødere vand?
    - a. Hvordan synes du, at dit hår og din hud føles efter blødere vand?

### **Økonomi, tidsforbrug og livskvalitet**

1. Har I et husholdningsbudget, og fører/hvordan fører I opsyn med jeres udgifter?
2. Har du allerede nu kunne se nogle besparelser på husholdningsbudgettet som resultat af blødere vand?
3. Hvor forventer I at se besparelser, efter vandet er blevet blødgjort? *(levetid på husholdningsmaskiner, varmvandsbeholder og varmeveksler/fyr, rengøringsmidler og afspændingsmiddel, salt til opvaskemaskine, udskiftning af armaturer, perlatorer og brusehoveder, levetid på toilet(ter),*
4. Har du allerede nu kunne se øgede udgifter på husholdningsbudgettet som resultat af blødere vand?
5. Hvor forventer I at se øgede udgifter, efter vandet er blevet blødgjort?
6. Prisen på vandet stiger en smule, som følge af at vi blødgør det. I de vurderinger som HOFOR har fået lavet sparer en familie på 4 ca. 500 kroner om året på trods af prisstigningen. De kommer primært ved at levetiden for husholdningsapparater og installationer forlænges, og ved at forbrug af sæbe, vaskemiddel og kemikalier reduceres.
  - a. Hvad er jeres holdning til prisstigning på vandet som følge af blødgøringen?
    - i. Hvis finansieringen af prisstigningen skulle være 100 % retfærdigt, hvem mener du så burde betale for blødgøring af vandet? *(Samtlige af vandforbrugerne i hele HOFORs forsyningsområde, kun vandforbrugere i det pågældende forsyningsområdet, HOFOR gennem besparelser andre steder i virksomheden, HOFORs ejerkommuner gennem tilskud, ekstra prisstigning for erhverv, andet).*
7. **Dit interviewskema for hvor ofte du afkalkede før der kom blødere vand ser sådan ud:**

Hvor ofte afkalkes:		Armaturer	Perlatorer og brusehoved	Toilet	Baderums-vægge
	Flere gange ugentligt:				
	Ugentligt:	X		X	X
	Hver anden uge:				
	1 gang/måned:				
	Hver anden måned:		X		
	Hvert kvartal:				
Sjældnere:					
Sker afkalkning samtidig med rengøring?					
Ja					
Hvilken type afkalkningsmiddel anvendes?					
Bref (tysh.)					
Hvor meget afkalkningsmiddel anvendes pr. gang?	0,1 dl:		Hvor meget tid bruger du på afkalkning pr. gang?	5 min.:	
	0,25 dl:			10 min.:	
	0,5 dl:			20 min.:	
	1 dl:			30 min.:	
	Andet:	X		Andet: 2 timer	X

spray  
900 ml / halvt år

Dit interviewskema fra januar/februar efter der kom blødere vand i september 2017:

Hvor ofte afkalkes efter du har fået blødere vand, sep. 2017?:		Armaturer	Perlatorer og brusehoved	Toilet	Baderums-vægge
	Flere gange ugentligt:				
	Ugentligt:	X		X	X
	Hver anden uge:				
	1 gang/måned:				
	Hver anden måned:				
	Hvert kvartal:				
Sjældnere:		X			
Sker afkalkning samtidig med rengøring?					
Ja					
Hvilken type afkalkningsmiddel anvendes?					
Bref (tysh.)					
Hvor meget afkalkningsmiddel anvendes pr. gang?	0,1 dl:		Hvor meget tid bruger du på afkalkning pr. gang?	5 min.:	
	0,25 dl:			10 min.:	
	0,5 dl:			20 min.:	
	1 dl:			30 min.:	
	Andet:			Andet (fx per uge eller måned):	X

1 km/j

► kalkafledning = blødt vand

- a. Ser det det rigtigt ud?
- Vil du sige, at det er rigtigt antaget, at du brugte ca. 2 timer om måneden på afkalkning før der kom blødere vand? Var det mere? Var det mindre?
  - Vil du sige at det er rigtigt antaget at du efter blødere vand har brugt ca. 1 time om måneden på afkalkning. Er det mere, er det mindre?
  - Dvs. at du bruger afkalker ca. 1 time mindre om måneden på afkalkning.
    - Var det som du havde forventet?
    - Hvad havde du håbet på?

- 
3. Har du gjort dig nogle erfaringer som nu gør at du kan bruge endnu mindre tid på afkalkning, end det var tilfældet, da vi indsamlede det sidste registreringsskema.
  4. Hvad bruger du den tid, du har fået på?
    - a. Specifikke aktiviteter?
    - b. At arbejde?
    - c. At slappe af?
    - d. Familietid?
  8. Vi leger, at det er nogle år ud i fremtiden. Du/I bruger nu mindre tid på at afkalke og rengøre, specielt i badeværelse og i køkken. Du/I har dog ikke fået en økonomisk besparelse som følge af blødere vand. Udgifter og indtægter går lige op.
    - a. Når der ikke er en besparelse, synes du/I så stadig, at det er en god ide, at HOFOR blødgør vandet?
      - i. Hvis ja, hvad er det især, du kan bruge den ekstra tid på, som gør at det er dét værd alligevel? (Der spørges om det samme spørgsmål, hvis der er flere interviewpersoner til stede).
        1. Hvad er det for nogle ting, der gør, at det betyder så meget, at du har mere tid til X?
      - ii. Hvis ja: I et andet scenarie går udgifter og indtægter ikke længere lige op, og nu koster det jer faktisk penge, hvert år at HOFOR blødgør vandet, men I bruger stadig mindre tid på afkalkning og rengøring.
        1. Hvor stor skulle den ekstra udgift være, for at I ikke længere ville synes, at blødgøring af vandet var en god ide?
          - a. Hvad er det især, du kan bruge den ekstra tid på, som gør at en prisstigning ville gøre det værd alligevel?
          - b. Hvad er det for nogle ting, der gør, at det betyder så meget, at du har mere tid til X?

## Miljø

1. Mener du, at det har en betydning for miljøet, at vandet er blevet blødere?
  - a. Kan du give eksempler?
  - b. Har det en betydning for dig, at det blødere vand vil være mere skånsomt for miljøet?
  - c. Kan du give andre eksempler på, hvordan du konkret træffer valg, der kommer miljøet til gode?

## Afsluttende bemærkninger og erfaringer vi skal tage med videre:

1. Hvor ser I indtil videre den største gevinst for jer ved at vandet er blevet blødere? (Tidsforbrug, økonomi, miljø, andet)
2. Hvor ser I 5-10 år ude i fremtiden den største gevinst for jer ved at vandet er blevet blødere? (Tidsforbrug, økonomi, miljø, levetid på husholdningsapparater og installationer, andet).

- 
3. Hvor ser du/I den største gevinst for samfundet ved at HOFOR blødgør vandet?
  4. Er der nogle ting ved overgangen til blødgjort vand, som har haft særlig betydning for jer?
  5. Er der nogle gevinster eller ulemper ved blødgjort vand, som I mener, at vi ikke har berørt?
  6. Er der noget ved blødgjort vand, som har overrasket jer?
  7. Arbejder du selv i Brøndby?
    - a. Hvis ja, hvordan har du mærket det på arbejdet, hvordan?
    - b. Hvis nej, hvor ser og mærker du især forskel på vandet mellem hjemmet og arbejdet?

**Før jeg går derfra**

- **Tak for din/jeres tid**
- **Giv gave**
- **Indsamle registreringskemaer**
- **Indsamle elkedel i medfølgende kasse**